

Technische Universität Ilmenau  
Fakultät für Maschinenbau  
Institut für rechnerunterstützte Produktion  
Fachgebiet Fabrikbetrieb

Diplomarbeit

## **Kennzeichnungspflichten und Haftung von Rapid Manufacturing-Produkten**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplom-Wirtschaftsingenieur (Dipl.-Wirtsch.-Ing.)

Eingereicht von: Jasper Heinrich Kolb  
Bulthauptstraße 7  
28209 Bremen

Matrikel-Nummer: 40060

Betreuer der TU Ilmenau: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolf-Michael Scheid  
Dipl.-Ing. Matthias Berge

Ilmenau, 09.08.2010

## **Danksagung**

Ich danke allen Helfern, die es mir ermöglicht haben, diese Arbeit zu verfassen. Besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Dipl.-Ing. Matthias Berge, für seine konstruktive Kritik. Außerdem danke ich Herrn Stephan Sperling, Mitarbeiter der Sauer & Sohn KG, für die Beantwortung themenrelevanter Fragen.

Jasper Kolb

Ilmenau, August 2010

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung .....</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1. Einführung in die Problematik .....	1
1.2. Gliederung .....	2
<b>2. Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing .....</b>	<b>5</b>
2.1. Einführung.....	5
2.2. Datenmodell als Grundlage des RP .....	8
2.3. Arten von RM- bzw. RP-Verfahren .....	9
2.4. Anwendungsbereiche .....	10
2.4.1. Werkzeugbau .....	10
2.4.2. Gießereiwesen .....	11
2.4.3. Medizintechnik.....	11
2.4.4. Design und Kunst .....	12
2.5. Stand der Technik.....	12
2.6. Perspektive und Ausblick .....	16
<b>3. Die Maschinenrichtlinie.....</b>	<b>20</b>
3.1. Einführung.....	20
3.2. Anwendung der Maschinenrichtlinie .....	21
3.3. Inverkehrbringungspflichten .....	23
3.3.1. Technische Unterlagen/Technische Dokumentation .....	23
3.3.2. Betriebsanleitung .....	24
3.3.3. Risikobeurteilung .....	25
3.3.4. Konformitätsbewertungsverfahren .....	27
3.3.4.1. Interne Fertigungskontrolle.....	27
3.3.4.2. Umfassende Qualitätssicherung.....	28
3.3.4.3. EG-Baumusterprüfung .....	28

---

3.3.5. EG-Konformitätserklärung .....	29
3.3.6. CE-Kennzeichnung.....	29
<b>4. Kennzeichnung von RM-Produkten .....</b>	<b>30</b>
4.1. Methoden der Kennzeichnung.....	30
4.1.1. Optische Identifikation.....	30
4.1.2. Radiofrequenzen zu Identifikationszwecken .....	33
4.1.3. Taktile Verfahren .....	34
4.2. Eignung für die Anwendung .....	35
4.3. Kennzeichnung in der Praxis.....	36
4.4. Inhalt der Kennzeichnung.....	40
<b>5. Rückverfolgbarkeit – Tracking &amp; Tracing.....</b>	<b>43</b>
<b>6. Haftung .....</b>	<b>46</b>
6.1. Einführung.....	46
6.2. Zivilrechtliche Haftung auf Schadensersatz.....	47
6.2.1. Sachmängelgewährleistungshaftung .....	48
6.2.2. Produkthaftung .....	48
6.2.3. Produzentenhaftung .....	50
6.3. Behördliche Eingriffsbefugnisse .....	53
6.4. Managementsysteme .....	55
6.5. Haftende Personen .....	55
6.6. Gefährdungen durch fehlerhafte Teile .....	58
<b>7. Klassifizierung von RM-Produkten und erforderliche Kennzeichnungen.....</b>	<b>60</b>
7.1. Einführung.....	60
7.2. In-House-Produkte .....	60
7.2.1. Beschreibung.....	60
7.2.2. Gründe und Merkmale der Dokumentation .....	61
7.3. Werkzeugeinsätze.....	62
7.3.1. Beschreibung.....	62

---

7.3.2. Gründe und Merkmale der Dokumentation .....	63
7.4. Produkte mit unmittelbarem Kundenkontakt .....	64
7.4.1. Beschreibung .....	64
7.4.2. Gründe und Merkmale der Dokumentation .....	64
<b>8. Problematik der Haftung von RM-Produkten .....</b>	<b>67</b>
8.1. Einführung .....	67
8.2. Lösungsansätze .....	69
8.2.1. Schadensrückführung .....	69
8.2.2. Schadensteilung .....	70
8.2.3. Vertraglicher Haftungsausschluss .....	70
8.3. Szenario des Fertigungszentrums .....	72
8.3.1. Einführung .....	72
8.3.2. Herstellung basierend auf erworbenen Konstruktionsplänen .....	72
8.3.3. Herstellung basierend auf selbsterstellten Modellen .....	73
<b>9. Allgemeine Geschäftsbedingungen .....</b>	<b>76</b>
9.1. Einführung .....	76
9.2. Analyse der AGBs .....	76
9.3. Leitfaden zur Absicherung gegenüber Haftung und Schadensersatzforderungen ...	78
9.3.1. Zentrale Bedingungen .....	79
9.3.2. Weitere Bedingungen .....	80
<b>10. Ergebnisse der Arbeit .....</b>	<b>82</b>
<b>Anhangsverzeichnis .....</b>	<b>85</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>86</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>122</b>
<b>Thesen .....</b>	<b>126</b>
<b>Ehrenwörtliche Erklärung .....</b>	<b>127</b>

## Abkürzungsverzeichnis

3DP	3D-Printing
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
CAD	Computer Aided Design
CE	Conformité Européenne
DIN	Deutsches Institut für Normung bzw. Deutsche Industrie-Norm
DPM	Direct Part Marking
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
FDM	Fused Deposition Modelling
GS1	Global Standard One
GTIN	Global Trade Item Number
ID	Identifikation
ISM	Industrial-Scientific-Medical
ISO	International Organization for Standardization
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LLM	Layer Laminated Manufacturing
LOM	Layer Object Manufacturing
ProfHaftG	Produkthaftungsgesetz
RFID	Radio Frequency Identification
RM	Rapid Manufacturing
RP	Rapid Prototyping
SLS	Selective Laser Sintering
SSCC	Serial Shipping Container Code
STL	Stereolithographie
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
VDI	Verein Deutscher Ingenieure

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Anwendungsbeispiele für das Rapid Manufacturing/Rapid Prototyping .....	7
Abb. 2-2:	Konvertierung der Modelldaten .....	8
Abb. 2-3:	Klassifizierung von Rapid Prototyping-Verfahren nach dem Aggregatzustand des Ausgangsmaterials .....	9
Abb. 3-1:	Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie.....	22
Abb. 4-1:	Darstellung von ein-, zwei- und dreidimensionalen Codes .....	31
Abb. 4-2:	Referenzgitter bei Matrix- und Dot-Data-Matrixcode.....	33
Abb. 4-3:	Einsatz von RFID in Unternehmen .....	40
Abb. 4-4:	Auf RFID-Chip enthaltene Informationen.....	42
Abb. 5-1:	Prozess der Warenverfolgung und Rückverfolgbarkeit.....	45
Abb. A IV-1:	Prinzipieller Aufbau einer FDM-Maschine .....	110
Abb. A IV-2:	Prinzipieller Aufbau einer SLS-Maschine .....	112
Abb. A IV-3:	Prinzipieller Aufbau einer LOM-Maschine .....	113
Abb. A IV-4:	Prinzipieller Aufbau einer STL-Maschine.....	115

# Einleitung

## 1.1. Einführung in die Problematik

Produkte individuell gestalten, konstruieren und diese unabhängig von der Industrie selbst fertigen können - dieses Szenario, das lange Zeit nur eine Vision war, kann durch die Rapid Manufacturing-Technologie ermöglicht werden und wird – zu einem gewissen Grad – heute bereits praktiziert.

Diese Technologie, die seit den 1980er Jahren den Einzug in die Industrie gefunden hat, hat das in ihr steckende Potential jedoch noch lange nicht ausgeschöpft und kann zu einem grundlegenden Wandel am Besitz von Produktionsmitteln führen.

Die Möglichkeit, seine Produkte selbst herzustellen und folglich auch zu verwenden, bringt jedoch auch einige Anforderungen an die Kennzeichnung dieser Produkte mit sich.

Die Eigenherstellung von Produkten hat möglicherweise zur Folge, dass die Inverkehrbringungspflichten umgangen und die eventuell vorgeschriebenen Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen nicht eingehalten werden. Diese Missachtung kann sich als besonders folgeschwer erweisen, wenn das selbst hergestellte Produkt an Dritte weitergegeben wird. Die Rechtsprechung ist bisher noch unzureichend auf diese Problematik vorbereitet und bedarf einer Anpassung an die neuen Anforderungen, die sich aus der individualisierten Herstellung mittels Rapid Manufacturing-Verfahren ergeben.

Doch nicht nur aus dem Szenario der privaten Produktherstellung heraus ergeben sich Anforderungen an die Kennzeichnung und ein möglicher Missstand in der Rechtsprechung. Unternehmen setzen die Rapid Manufacturing-Technologien ein, um kleine Stückzahlen kostengünstig fertigen oder um individuelle Kundenwünsche erfüllen zu können. So haben sich am Markt viele Unternehmen etabliert, die nach Vorgabe des Kunden auf diesen zugeschnittene Produkte herstellen. Die Produktpalette reicht hierbei von Dentalimplantaten bis zu Werkzeugmaschineneneinsätzen.



Mittels eindeutiger Kennzeichnungen müssen diese Hersteller somit nachweisen, dass ihre Produkte alle erforderlichen Pflichten und Anforderungen erfüllen. Die Motive für die Kennzeichnung von Produkten sind jedoch weitaus vielfältiger.

In der vorliegenden Arbeit werden diese Pflichten und Anforderungen thematisiert und es wird analysiert, aus welchen Gründen eine Kennzeichnung von Rapid Manufacturing-Produkten notwendig ist. Darüber hinaus wird herausgearbeitet, welche Anforderungen zudem an die Kennzeichnungen gestellt werden und welche Informationen diese enthalten müssen.

Private Benutzer von Rapid Manufacturing-Maschinen werden durch die Weitergabe erstellter Produkte von Nutzern zu Produzenten bzw. Verkäufern, was mit weitreichenden Konsequenzen im Bezug auf die Produkthaftung verbunden ist. Im Falle eines Unfalls könnte der entstandene Schaden sowie die deliktische Haftung auf den privaten Nutzer zurückgeführt werden. Zudem besteht eine realistische Zukunftsperspektive in der individuellen Fertigung basierend auf von Herstellern zur Verfügung gestellten Datenmodellen. Eine zentrale Fragestellung, der in der vorliegenden Arbeit nachgegangen wird, ist demnach, wie die Produkthaftung für in Eigenverantwortung hergestellte, aber speziell für im Kundenauftrag hergestellte Produkte derzeit geregelt ist und in wie weit die Hersteller die Verantwortung für ihre Datenmodelle auf den Kunden übertragen können.

## **1.2. Gliederung**

Die Arbeit beginnt mit einer Einführung in das Rapid Manufacturing und eine Vorstellung der verschiedenen Verfahren, die in der Praxis vorherrschen, an welche sich eine Übersicht über die Anwendungsfelder der Rapid-Technologien anschließt. Eine sich daran anknüpfende Darstellung des aktuellen Standes der Technik sowie ein Ausblick auf zukünftige, potentielle Anwendungen bilden die Grundlage für spätere Betrachtungen.

Beispielhaft anhand der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG werden im anschließenden Kapitel die Inverkehrbringungspflichten sowie die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erläutert, die ein Hersteller gegebenenfalls zu erfüllen hat, möchte er ein Produkt an einen Dritten weitergeben.

Diesem Kapitel folgen die Methoden der Kennzeichnung. Nach einer Einführung in die technischen Möglichkeiten, die hierfür zur Verfügung stehen sowie die Eignung der jeweiligen Verfahren für die Kennzeichnung von Rapid Manufacturing-Produkten, folgt eine Betrachtung des in der Praxis vorherrschenden Einsatzes der wichtigsten beiden Verfahren. Abgeschlossen wird das Kapitel durch einen Überblick über die wichtigsten Informationen, die auf einer Produktkennzeichnung enthalten sein sollten.

Das daran anknüpfende Kapitel gibt eine Einführung in die Rückverfolgbarkeit von Produkten, das so genannte *Tracking & Tracing*, bevor auf die Haftung von in Verkehr gebrachten Produkten eingegangen wird. Im Rahmen der zivilrechtlichen Haftung im Schadensfall wird hierbei besonders auf die Produkt- und Produzentenhaftung eingegangen.

Neben einer Einschätzung der Gefahren, die von einem Produkt ausgehen können wird zudem untersucht, welche Personen, zum Einen innerhalb eines Unternehmens und zum Anderen entlang der Wertschöpfungs- bzw. Lieferkette, im Schadensfall zur Verantwortung gezogen werden können.

Inhalt des darauf folgenden Kapitels ist die Klassifizierung von Rapid Manufacturing-Produkten. Wichtigstes Kriterium bei der Klassifizierung sind hierbei die unterschiedlichen Berührungspunkte, die zwischen Produkt und Dritten bestehen bzw. die unterschiedlichen Vertragsbeziehungen zwischen Anwender und Hersteller. Diese Klassifizierung wird erweitert durch eine Betrachtung der jeweiligen Gründe und Merkmale der Dokumentationspflichten.

Der Klassifikation schließt sich die Betrachtung der Problematik der Haftung von Rapid Manufacturing-Produkten an. Neben Lösungsansätzen, wie die Rechtsprechung auf die sich ergebende Haftungsproblematik reagieren könnte, wird zudem das Szenario des Fertigungszentrums dargestellt.

Die Analyse der AGBs eines Herstellers, der sich auf die Fertigung von Rapid-Produkten im Kundenauftrag spezialisiert hat, stellt im Anschluss einen Bezug zwischen den theoretischen Untersuchungen zur Produkthaftung und der Umsetzung in der Praxis her.

---

Eine abschließende Konklusion fasst die wichtigsten Erkenntnisse dieser Arbeit zusammen.

## 2. Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing

### 2.1. Einführung

Die Geschichte des Rapid Prototyping geht bis auf das Ende des 19. Jahrhunderts zurück, als J.E. Blather die Idee hatte, dreidimensionale Landkarten durch Übereinanderlegung einzelner Schichten zu erzeugen. Auf diese Weise konnten die in den normalen Landkarten existierenden Höhenlinien visuell dargestellt werden [4]. Den Eingang in die Industrie fand das Verfahren des Rapid Prototyping jedoch erst in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts, was mit der Voraussetzung zweier technologischer Errungenschaften begründet ist:

Zum einen setzt die Anwendung von Rapid-Technologien leicht formbare Materialien, die Kunststoffe, voraus. Zum Anderen erfolgt das Einlesen der Daten, auf Grundlage derer das Modell, bzw. das Produkt erstellt wird, über Informationstechnik. Jedoch entsprach die Leistungsfähigkeit der Informations- und Datenverarbeitung vor den 1980er Jahren noch nicht den Anforderungen. So geht die Entwicklung der Rapid Prototyping-Verfahren mit der Entwicklung des Computers einher [8].

Das Rapid Prototyping gehört zu den generativen Fertigungsverfahren.

Unter diesen Begriff fallen alle Fertigungsverfahren, bei denen die Herstellung der Bauteile durch Auf- oder Aneinanderfügen von Volumenelementen (Voxel'n) erfolgt. Diese Zusammenfügung erfolgt vorzugsweise schichtweise. Generative Fertigungsverfahren sind wie folgt gekennzeichnet:

- Die Generierung der Schichtgeometrie erfolgt direkt aus den 3D-CAD-Daten.
- Es ist kein Einsatz produktspezifischer Werkzeuge notwendig.
- Die Erzeugung der mechanisch-technologischen Eigenschaften erfolgt während des Herstellungsprozesses.
- Die Datensätze können grundsätzlich in jeder beliebigen Orientierung gebaut werden (Entfall der Spannproblematik).
- Alle heute auf dem Markt befindlichen Maschinen können mit dem gleichen (STL-) Datensatz angesteuert werden [15].

Das Rapid Prototyping hat vielseitige Anwendungsfelder. Einerseits erfüllt es den Zweck, Anschauungsobjekte, also Modelle, zu erzeugen. So erstellen Entwickler Modelle ihrer Konstruktionen, um Fehler zu vermeiden oder Ärzte üben Operationen an mittels Rapid Prototyping hergestellten Knochenstrukturnachbauten [42]. Andererseits dient das Verfahren auch der Herstellung von Urmodellen für Vakuumgießverfahren [15].

Über die Idee und die Perspektive des Rapid Prototyping hinausgehend ist das Rapid Manufacturing, auf welches sich in dieser Arbeit konzentriert wird. Hierbei handelt es sich nicht um die Herstellung von (Ur-)Modellen oder Versuchsobjekten, stattdessen werden mittels des generativen Herstellungsverfahrens Kundenprodukte erzeugt. Die Produkte sind also gebrauchsfertig, weswegen hohe Anforderungen im Bezug auf Härte, Temperaturbeständigkeit und Bruchfestigkeit des Werkstücks existieren. Durch die geeignete Wahl des Werkstoffes können diese Anforderungen erreicht werden. So sind Rapid Manufacturing-Anlagen in der Lage, Produkte unter anderem aus Kunststoff, Keramik, Glas und Metall (z.B. Aluminium, Titan) herzustellen.

Da die Kosten zur Produktion eines Teiles im Vergleich zur werkzeuggestützten und manufakturiellen Fertigung ungleich höher sind, eignet sich die Anwendung von Rapid Manufacturing-Verfahren besonders für Kleinserien oder auf den Kunden zugeschnittene Einzelprodukte (siehe 2.3. *Stand der Technik*). Durch die automatische Fertigung können Engpässe wie z.B. Facharbeiter, Arbeitszeiten und Transport umgangen, und dadurch Produkte schneller verfügbar gemacht werden [42]. Auch der mitunter kosten- und zeitintensive Aufwand der Werkzeugherstellung entfällt durch die Anwendung generativer Verfahren.

Ein weiterer Vorteil des Rapid Manufacturing ist die Erzeugbarkeit fast jeder Geometrie. So sind Hinterschneidungen, beliebige Hohlformen, innere Kühlkanäle, filigrane Formen, leichte Gitterstrukturen und unterschiedliche Wandstärken mit wenig zusätzlichem Konstruktionsaufwand herstellbar [42].

Durch eine weiterführende Konkretisierung der aufgeführten Kennzeichnungen generativer Verfahren wird das Rapid Manufacturing wie folgt charakterisiert:

- Es ist ein additives, urformendes Verfahren;

- der Objektaufbau erfolgt schichtweise und wird automatisch gesteuert;
- das Verfahren basiert auf umgewandelten Volumenmodellen von Objekten;
- das Objekt wird aus flüssigen, pulverförmigen oder festen Grundmaterialien generiert;
- das Verfahren hat die Herstellung gebrauchsfertiger Endprodukte oder Halbzeuge zum Ziel [8].

Daneben existiert noch das Rapid Tooling, welches die Herstellung von Werkzeugen und Werkzeugeinsätzen bezeichnet. Das Rapid Tooling stellt technologisch keine eigene Gruppe dar, sondern wird abhängig vom Bauteil entweder dem Rapid Prototyping oder dem Rapid Manufacturing zugeordnet.

Abbildung 2-1 zeigt Anwendungsbeispiele des Rapid Manufacturing/Rapid Prototyping. Links das Modell eines Turmes mit einer Höhe von 36mm und einer Wendeltreppe im Inneren des Modells; rechts ein Sicherheitsbauteil<sup>1</sup>:

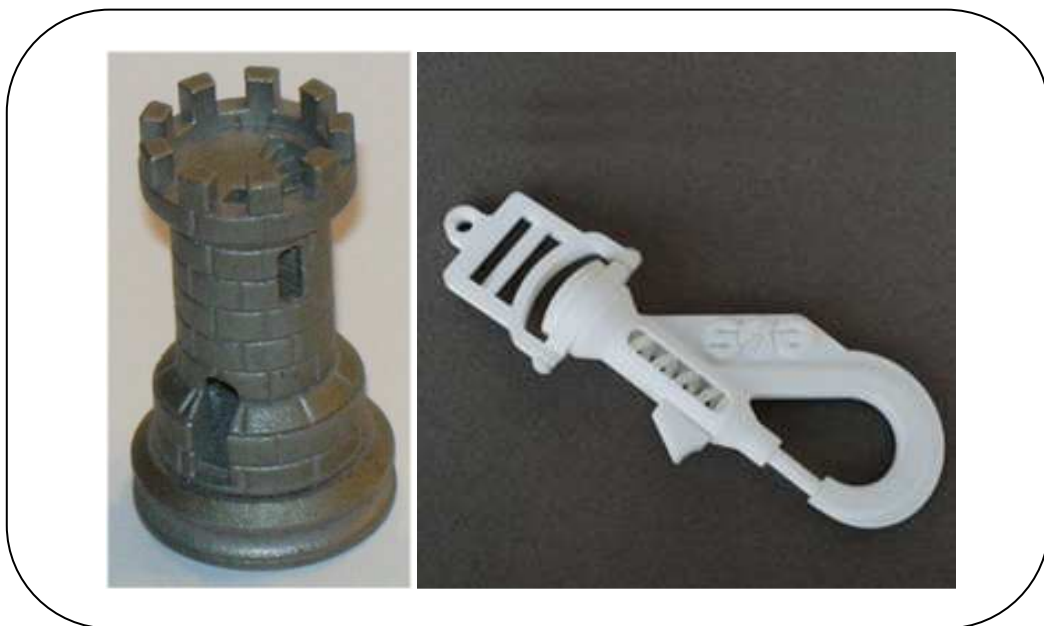


Abb. 2-1: Anwendungsbeispiele für das Rapid Manufacturing/Rapid Prototyping

Quelle: <http://www.ulrich-rapp.de> (linkes Bild) / <http://www.hoerdler.de> (rechtes Bild)

<sup>1</sup> Das Sicherheitsbauteil wurde mittels des Verfahrens des Selektiven Lasersinterns hergestellt. Produzent der RM/RP-Maschine ist die Firma EOS GmbH

## 2.2. Datenmodell als Grundlage des RP

Ausgangspunkt für die Fertigung eines Bauteils mittels Rapid Manufacturing ist eine Festkörperzeichnung als CAD-Datei. Hierzu steht verschiedene Software wie SolidWorks®, Pro/Engineer® oder Autodesk®Inventor® zur Verfügung. Diese Programme exportieren Modelle in Standardformaten für die 3D-Modell-Generierung wie .STL, .WRL, .PLY, .3DS und .ZPR. Vorherrschend in der Industrie verwendet wird das .STL-Format, was für „Stereolithography File“ steht. Die exportierte Datei ist ein Geflecht von räumlich angeordneten Dreiecken, das ein 3D-Modell einschließt und von einer Konvertierungssoftware eingelesen wird. Diese Konvertierungssoftware, die entweder im CAD-Programm oder in der RP-Maschine integriert ist, schneidet die 3D-Datei in digitale, horizontale Querschnitte [22]. Aus jedem Querschnitt generiert sich im späteren Aufbauprozess des Produktes eine (Material-)Schicht.

Folgende Abbildung 2-2 zeigt die Erstellung eines 3D-Modells (1) in ein Gitternetz, welches in ein Gitternetzmodell übertragen wird (2). Mittels der Konvertierungssoftware (3) wird die Modelldatei in Schichten geschnitten (4):

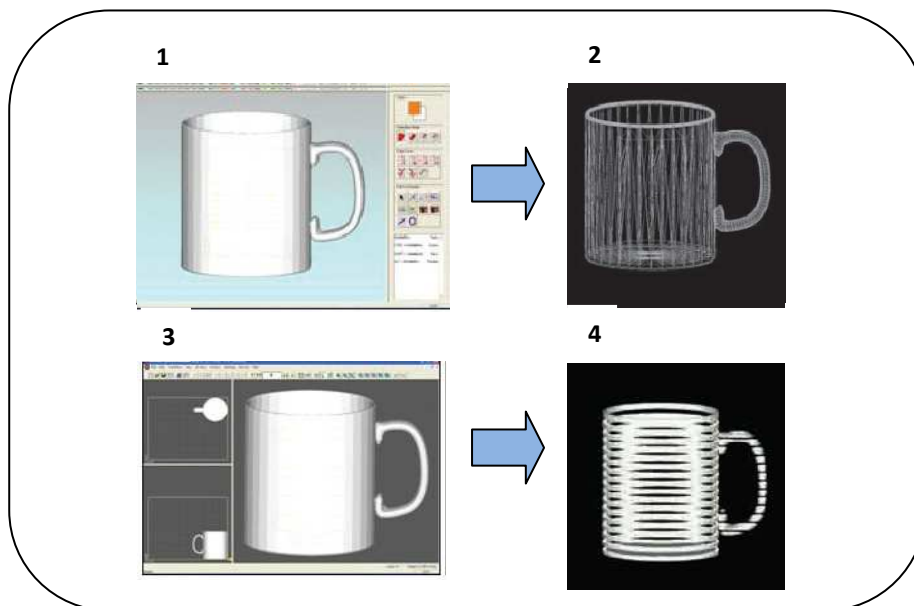


Abb. 2-2: Konvertierung der Modelldaten; Quelle: <http://www.3ddrucker.net>

### 2.3. Arten von RM- bzw. RP-Verfahren

Der Anwender kann heutzutage zwischen ca. 20 verschiedenen Realisierungen von Rapid Prototyping-Verfahren wählen. Die Umsetzung der Basisidee des schichtweisen Auftrags wird innerhalb dieser Verfahren mit verschiedenen physikalischen Prinzipien realisiert. So unterscheiden sich die Verfahren hauptsächlich hinsichtlich des Aggregatzustandes des Ausgangsmaterials sowie der Verfestigungsmethode [39].

Abbildung 2-3 zeigt eine Gliederung der wichtigsten Verfahren:

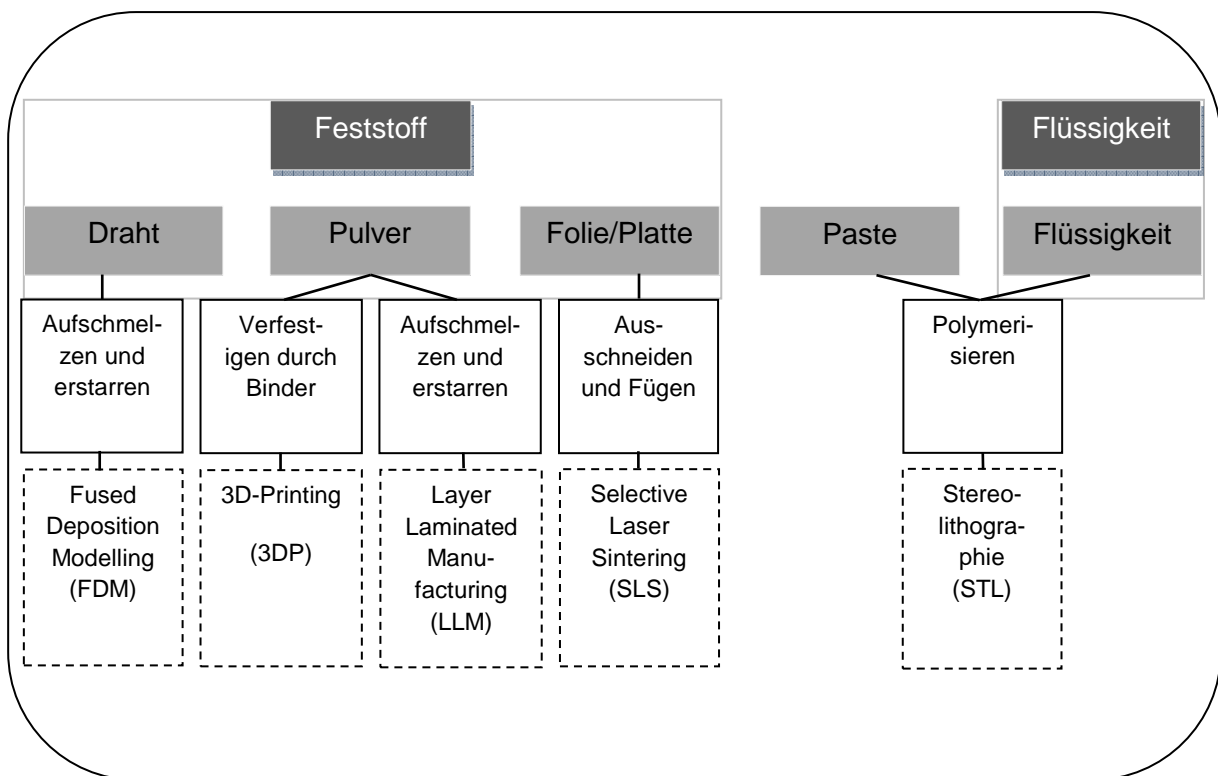


Abb. 2-3: Klassifizierung von Rapid Prototyping-Verfahren nach dem Aggregatzustand des Ausgangsmaterials; Quelle: Müller (2002), Gebhardt (2008)

Die obig aufgeführten Verfahren sind die in der Praxis am häufigsten vertretenen. So haben allein die drei RP-Verfahren STL, SLS und FDM zusammen im Bereich der dienstleistenden RP-Anbieter einen Marktanteil von 90%.



Im Anhang IV werden die in der Abbildung aufgeführten Verfahren und ihre Funktionsweise erklärt.

## **2.4. Anwendungsbereiche**

Die unterschiedlichen Rapid Manufacturing-Verfahren ermöglichen eine vielseitige Herstellung von Erzeugnissen mit noch stärker diversifizierten Möglichkeiten der Anwendung bzw. Nachbearbeitung. Im folgenden Abschnitt sollen die verschiedenen Anwendungsbereiche des RM vorgestellt und die für diese Arbeit relevanten Anwendungen von den nichtrelevanten abgegrenzt werden.

In der Industrie haben die generativen Fertigungsverfahren in einem Produktionsverbund mit nicht-generativen Verfahren bereits vielseitigen Einzug gefunden. Es werden Bauteile generativ hergestellt, die im Verlauf der Prozesskette weiterbearbeitet, veredelt und anschließend gemeinsam mit anderen Bauteilen in ein Produkt montiert werden. Diese Formen der Produktion sind meist mit spanender Nachbearbeitung verbunden. [Vgl. Gebhardt (2007), S. 373 f.]. Dieser Anwendung generativer Fertigungsverfahren gegenüber steht die industrielle bzw. individuelle Komplettfertigung; letztere wird auch als Personal Fabrication bezeichnet. Hierbei geht es um die *one-step*-Herstellung ausgewählter Bauteile oder ganzer Produkte. Die RM-Anlagen sind somit nicht Teil einer Fertigungslinie, sondern stellen selbst die Linie dar und das Ergebnis des Fertigungsprozesses sind einsatzfähige Teile [Vgl. Gebhardt (2007), S. 374 f.].

### **2.4.1. Werkzeugbau**

Große Anwendung finden die generativen Herstellungsverfahren im Werkzeugbau, dem Rapid Tooling, dessen Ziel die Herstellung metallischer Werkzeuge und Formeinsätze ist. Sie werden hierbei hauptsächlich in den Fertigungsfluss integriert und sind Bestandteil eines umfassenderen nicht-generativen Herstellungsprozesses. Diese Systeme bauen z.B. auf Systemhalter auf oder integrieren Paletten- oder Spannsysteme, welche im Anschluss an das Verfahren ohne oder mit geringem Aufwand für die nachfolgenden nicht-generativen Maschinen ausgerichtet werden können [Vgl. Gebhardt (2007), S. 381].

Zwei bedeutende Anwendungen, die sich nur generativ verwirklichen lassen, sind hierbei die konturangepasste Kühlung sowie die Variation des Werkstoffes über dem Bauteilquerschnitt [Vgl. Gebhardt (2007), S. 306].

#### **2.4.2. Gießereiwesen**

In der Gießerei dienen generative Herstellungsverfahren der direkten Herstellung von Modellen und Formen, an deren Ergebnis Bauteile mit Seriencharakter stehen.

Generative Verfahren werden in sehr vielen Gießereiprozessen eingesetzt. Besondere Bedeutung kommt hierbei dem Feinguss, der Herstellung von Kernen und Modellen für den Sandguss, dem direkten Metallverfahren sowie der Herstellung von Dauerformen für den Druckguss zu. Zum Einsatz kommen diese Verfahren überwiegend in der Dentaltechnik und in der Schmuckindustrie, jedoch auch in Branchen, die kleine und detailreiche Bauteile produzieren, also auch der Feinwerktechnik.

Auch in Branchen, wo das Gewicht der Bauteile eine Rolle spielt, wie z.B. der Luft- und Raumfahrtindustrie, kommen auf generativen Fertigungsmethoden basierende Feingussanwendungen zum Einsatz. Die resultierenden Bauteile haben Endproduktcharakter [Vgl. Gebhardt (2007), S. 383].

#### **2.4.3. Medizintechnik**

Besonders eignen sich die generativen Fertigungsverfahren für die Herstellung von Produkten, die unmittelbar mit biometrischen und anatomischen Charakteristika von Menschen verknüpft sind. Diese Produkte folgen nämlich technisch einem gemeinsamen Grundprinzip, müssen aber dennoch an die anatomische Individualität der Patienten angepasst werden. Hierbei sind die erzielbaren Genauigkeiten meist weniger das Problem als die Entwicklung bioverträglicher Materialien oder die exakte Erfassung der geforderten Struktur mittels Verfahren der medizinischen Bildgebung. Zur Anwendung kommen die generativen Verfahren hauptsächlich bei der Herstellung von Hörgerätschalen (Otoplastiken) oder sogenannten Alignern. Hierbei handelt es sich um aus durchsichtiger Kunststoffolie hergestellte Zahnsparren. Doch auch technische Medizingeräte werden mitunter generativ hergestellt.

Beispiele hierfür sind eine endoskopische Dentalkamera und ein Behälter für eine Blutzentrifuge, die früher in nicht-generativen Verfahren produziert wurden. Die größere Designfreiheit und die Möglichkeit eine sinnvollere Geometrie erzeugen zu können, waren Grund für die Umstellung der Fertigung [Vgl. Gebhardt (2007), S. 383 ff.].

#### **2.4.4. Design und Kunst**

Ein weiteres großes Anwendungsfeld von generativen Herstellungsverfahren findet sich in der Kunst und dem Design im Allgemeinen sowie der Bildhauerei im Besonderen. An diese Bauteile werden allerdings nicht die Anforderungen gestellt, wie an ein übliches industriell gefertigtes Produkt und werden in dieser Arbeit nicht weitergehend betrachtet.

#### **2.5. Stand der Technik**

Generative Serienfertigung bedeutet, zum aktuellen Stand der Technik, die Herstellung von vergleichsweise geringen Stückzahlen gleichartiger Bauteile. Meistens bewegen sich die Stückzahlen zwischen 20 und 500, technisch sind hierbei allerdings keine Grenzen gesetzt.

Im Folgenden soll der Stand der Technik von generativen Fertigungsverfahren analysiert werden. Die Hauptmerkmale der Betrachtung liegen hierbei auf der Reproduzierbarkeit, den Materialien sowie der Produktionsgeschwindigkeit. Da die generativ gefertigten Produkte sich mit klassischen produzierten Teilen messen lassen müssen, dienen diese Herstellungsverfahren hierbei als Vergleichsmaßstab der Betrachtung. Bei der Herstellung von Teilen liegt aktuell eine Fehlerhaftigkeit bzw. Ungenauigkeit im Bezug auf die Reproduzierbarkeit vor, welche in zwei unterschiedlichen Ausprägungen zum Tragen kommt.

Zum Einen weisen generative Bauteile, nach aktuellem Stand der Technik, Abweichungen gegenüber der Sollform auf. Bei Bauteilen, die mittels des Verfahrens des Lasersinterns hergestellt wurden, liegen die typischen Abweichungen von der Soll-Schichtstärke im Bereich von 10 bis 100 Mikrometer; bei mehreren hundert

Lagen können sich die Abweichungen folglich bis in den Millimeterbereich aufaddieren [Vgl. Gebhardt (2007) S. 165].

Zum Anderen können, neben der Abweichung von der Sollform auch Bauteile, denen dasselbe CAD-Datenmodell zugrunde liegt, über unterschiedliche Geometrien verfügen. Dies kann sowohl bei Teilen auftreten, die nacheinander in einer RM-Maschine hergestellt werden, als auch bei gleichzeitiger Fertigung innerhalb eines Bauprozesses, also der Herstellung mehrerer baugleicher Teile innerhalb eines Maschinenbauraums. Diese ungenaue Reproduzierbarkeit macht eine Einzelteilkontrolle notwendig, an die sich unter Umständen eine Nachbearbeitung anschließt [Vgl. Gebhardt (2007) S. 366]. Ausschlaggebend für die Nachbearbeitung ist die Einhaltung der Toleranzen, die der Kunde in der Regel vorgibt.

Auch hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften weisen die für die generative Fertigung verwendeten Materialien mitunter eine mangelnde Konkurrenzfähigkeit zu den Konstruktionswerkstoffen auf, welche im Bauprozess selbst begründet ist: Wird eine Polyamid-Schmelze mittels einer Spritzgussdüse unter hohem Druck in eine Form gepresst, so verfügt das hergestellte Bauteil über andere mechanisch-technologische Eigenschaften, als wenn nominell (also z.B. chemisch) identisches Polyamidpulver, wie beim Lasersintern, drucklos aufgeschmolzen wird [Vgl. Gebhardt (2007), S. 361]. Die Reproduktionsfähigkeits- bzw. Qualitätsschwankungen ergeben sich auch aus dem Recycling des beim Bauprozess nicht verwendeten Materials. Wird die ökologisch und positiv zu erachtende Maßnahme der Wiederverwendung der Werkstoffe durch den konsequenten Einsatz neuen Materials ersetzt, hat dies in den meisten Prozessen eine höhere Bauteilgüte zur Folge [Vgl. Gebhardt (2007), S. 366]. Wie weit die dadurch wegfallenden bzw. reduzierten Nacharbeitungen am Bauteil die höheren Werkstoffkosten überkompensieren, muss für jeden Bauprozess individuell ermittelt werden.

Ein weiterer die Oberflächengüte eines generierten Bauteils beeinflussender Aspekt ist die Korngröße des Ausgangsmaterials. Wird eine hohe Oberflächenqualität des Teils gefordert, so kann diese derzeit oftmals nur durch Nachbearbeitung erreicht

werden<sup>2</sup>. Um die Notwendigkeit der Nachbearbeitung zu reduzieren, wird kontinuierlich an der Minimierung dieser Körnung gearbeitet, wodurch sich geringere Schichtdicken und demzufolge feinere Oberflächenstrukturen realisieren lassen [Vgl. Zäh (2006), S.111].

Gibt es im Bereich der generativ verarbeitbaren Hochleistungswerkstoffe derzeit zwar keinen qualitativ äquivalenten Ersatz zu den Konstruktionswerkstoffen, eröffnet das generative Fertigungsprinzip aber auch neue Perspektiven. Beispielsweise verwendet der RM-Maschinenhersteller EOS mit den aluminiumgefüllten Polyamidpulvern Werkstoffe, zu denen keine vergleichbaren Spritzgussmaterialien existieren. Es besteht also die Anforderung an die Industrie, Materialien zur Verfügung zu stellen, die reproduzierbar und nachhaltig die festgelegten Produkteigenschaften abbilden.

Diese Unterlagen liegen für alle Serienmaterialien bereits vor, sind für die generativ eingesetzten Materialien allerdings sehr lückenhaft. Dies gilt sowohl für die dynamischen Materialkenndaten, als auch für die Messwerte, welche zwar veröffentlicht werden, jedoch oftmals ohne die ihnen zugrunde liegenden Normen.

Streng genommen sind die Kenndaten eines jeden Materials nur für eine Maschine und einen Parametersatz gültig. Die Kennwerte müssen daher für unterschiedliche Prozesse entsprechend parametrisiert zur Verfügung stehen [Vgl. Gebhardt (2007), S. 369].

Während die Herstellung eines Einzelstücks mittels generativem Verfahren im Vergleich zur werkzeuggestützten Herstellung als extrem schnell gewertet wird, muss sich die Serienfertigung von generativen Bauteilen an den Serienbedingungen messen lassen.

Die schichtweise Auftragung des Baustoffes zu einem fertigen Bauteil nimmt, bei einem Teil durchschnittlicher Größe, mehrere Stunden in Anspruch. Die Obsoleszenz der Werkzeugherstellung, welche einen entscheidenden Vorteil der generativen gegenüber der nicht-generativen Fertigung ausmacht, kann die in der Regel

---

<sup>2</sup> Dieser Aspekt bezieht sich auf generative Fertigungsverfahren, die Pulver als Baumaterial verwenden (Siehe Abb. 2-3).

schnellere Teileproduktion letzterer Herstellungsart ab einer gewissen Stückzahl allerdings nicht mehr überkompensieren.

Ist für ein bestimmtes Bauteil ein Werkzeug vorhanden, so liegt die Ausbringungsrates nicht-generativer Fertigungsmethoden im Allgemeinen über der des schichtweisen Produktaufbaus; auch die Fertigung mehrerer gleichartiger Produkte in einem Bauprozess kann dies in der Regel nicht verhindern. Bei einem Großteil der Produkte liegt dieser Break-Even-Point, die Stückzahl, ab der die nicht-generative die generative Fertigung im Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Herstellung überholt, noch zu niedrig, als dass sich die Umstellung auf die generative Fertigung lohnt. Bei Teilen, die in sehr kleinen Mengen produziert werden, kommt diesem Break-Even-Point jedoch oftmals keine Bedeutung zu. Für diese Teile erweist sich die Anwendung der generativen Technologie bereits als rentabel. Es lässt sich also sagen, dass die heute existierenden generativen Herstellungsverfahren im Bezug auf die Serienfertigung für viele Produkte noch nicht wirtschaftlich genug sind.

Dass die generative Serienfertigung<sup>3</sup>, zum aktuellen Stand der Technik, für einige Produkte allerdings bereits rentabler als die klassische Fertigung ist, soll am Beispiel der Herstellung eines Klappverschlusses illustriert werden: Die Herstellung eines Gelenks in einem Produkt hat mit klassischen Verfahren die Fertigung mehrerer Bauteile und eine anschließende Montage zur Folge. Im Unterschied dazu können Gelenke mittels generativer Technologien jedoch innerhalb eines Bauvorgangs hergestellt werden. Das nicht versinterte oder verschmolzene Material wird hierbei aus den Gelenken herausgeblasen, wodurch der nötige Freiraum für die Beweglichkeit des Gelenkes realisiert werden kann [Vgl. Zäh (2006), S. 116]. Ein Vergleich der *Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung* kommt in einem Einsatzbeispiel bei der Herstellung von 2000 Klappverschlüssen auf einen Kostenvorteil der generativen Fertigung von 0,66 : 1 gegenüber der herkömmlichen Produktion. Zudem dauert die Fertigung dieser 2000 Einheiten lediglich 2 Wochen im Vergleich zu 2 Monaten, die eine nicht-generative Fertigung mit sich bringen würde [19].

---

<sup>3</sup> Der Begriff „Serienfertigung“ bezieht sich an dieser Stelle auf eine Losgröße deutlich größer als 1.

Eine Innovation, die zur Steigerung der Qualität von RM-Produkten beitragen wird, ist das Closed-Loop-Modell. Insbesondere BMW arbeitet derzeit an der Integration des Closed-Loop-Systems in der generativen Fertigung, durch welches sich speziell im Hinblick auf den Aspekt der Reproduzierbarkeit generativer Produkte, Verbesserungen ergeben können [35]. Charakterisierend für dieses rückmeldungsorientierte System sind die Kontrolle und die direkte Anpassung der Herstellung durch Feedback, Fehler-Erkennung und Fehler-Korrektur. Die Prozessparameter werden hierbei kontinuierlich gemessen und mit den Sollwerten verglichen. Wird eine Diskrepanz von Ist- und Soll-Wert festgestellt, so hat dies die Neuregelung bzw. Korrektur zur Folge [35]. Eine Abweichung des produzierten Teils von der Geometrie des 3D-Modells kann somit schon während des Aufbauprozesses erkannt und vollständig oder zumindest teilweise korrigiert werden.

## **2.6. Perspektive und Ausblick**

In den letzten Jahren haben sich die Marktbedingungen grundlegend verändert, was besonders am Beispiel der Automobilindustrie sichtbar wird. Mit der Ausweitung der Produktpalette um weitere Baureihen steigt ebenfalls die Variantenvielfalt an Produkten. Dieser Entwicklung gegenüber steht die Abnahme der Stückzahlen pro Variante.

Während das Produktportfolio von BMW in den Jahren 1972 bis 1977 aus lediglich 3 Baureihen mit 7 Fahrzeugvarianten bestand, waren es 2005 schon 9 Baureihen mit insgesamt 75 Fahrzeugvarianten [Vgl. Zäh (2006), S. 122]. Die heutige Modellpalette von BMW umfasst 11 Baureihen mit 142 Fahrzeugvarianten<sup>4</sup>; dabei sind die Ausstattungsvarianten bei diesen Zahlen noch nicht berücksichtigt. Dieses Beispiel verdeutlicht die Potentiale von Rapid Technologien, welche die Herstellung individueller Bauteile und damit die Variantenvielfalt ermöglichen bzw. vereinfachen.

Nicht nur im Automobilsektor sind heute Unternehmen erfolgreich, die möglichst alle Kundenwünsche optimal erfüllen können. Deren Anforderungen an die Beschaffenheit und die Eigenschaften eines Produktes gehen oftmals über die der

---

<sup>4</sup> Die Anzahl der Fahrzeugvarianten bezieht sich auf die Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Karosserieformen je Baureihe mit der Motoren- (und Getriebe-)Palette

Massenprodukte hinaus. Der Kunde möchte – dies gilt besonders für die Automobilindustrie – ein auf ihn zugeschnittenes, individuelles Produkt erwerben.

Auch kann eine um wenige Monate verzögerte Einführung eines Produktes den möglichen Gewinn eklatant schmälern, weswegen die beschleunigte Produktentwicklung mit Hilfe der Rapid-Technologien einen nicht zu unterschätzenden Wettbewerbsvorteil darstellen kann.

Die steigende Nachfrage nach Individualprodukten bedingt flexible Produktionsverfahren.

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der Kunde an das Preisniveau der Massenprodukte gewöhnt ist und im Allgemeinen nicht bereit ist, für ein vergleichbares, individualisiertes Produkt erheblich mehr zu bezahlen. Heutige Rapid-Verfahren erreichen bei hohen Stückzahlen die niedrigen Herstellungskosten durch Massenherstellungsverfahren in der Regel nicht, jedoch ist es absehbar, dass mit der fortschreitenden Verbreitung von Rapid-Technologien eine weitere Annäherung des Kostenniveaus an die konventionellen Verfahren stattfinden wird [Vgl. Zäh (2006), S. 121 ff.].

In Zukunft werden generative Herstellungsverfahren eine gleichwertige Alternative zu den klassischen Fertigungsverfahren darstellen, die zur Erzeugung individualisierter Endprodukte eingesetzt werden. Da die Produktivität des generativen Herstellungsprozesses zukünftig stärker in den Vordergrund rücken wird, liegt eine der technischen Herausforderungen in der Erhöhung der Ausbringungsrate der RM-Maschinen. Um das Ziel der Produktivitätssteigerung zu erreichen, muss zudem die manuelle (Nach-) Arbeit an generativ gefertigten Teilen auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Doch nicht nur das Kostenniveau der Herstellung von Rapid Manufacturing-Produkten wird in Zukunft sinken, auch die RM-Maschinen werden zunehmend günstiger am Markt erhältlich sein. 2007 gelang es *3D-Systems* mit der V-Flash, eine RM-Maschine anzubieten, die die lange Zeit angestrebte Preisgrenze von 10.000 € unterschritt. Bei dieser Maschine handelt es sich jedoch um einen *Prototyper* und keinen *Fabrikator*, weswegen sich lediglich sehr einfache Bauteile fertigen lassen, die eine grobe Oberflächenqualität aufweisen.



Einen weiteren Meilenstein in der Entwicklung einer für eine breite Bevölkerungsschicht zugänglichen RM-Maschine stellen die sogenannten „RepRaps“ dar. Der Name steht für **Replicating Rapid**-Prototyper und bezeichnet RM-Maschinen, die in der Lage sind, ihre Bauteile, oder zumindest die Kunststoffteile, selbst zu produzieren. Die erste Version dieser RepRaps, genannt „Darwin“ und im Mai 2008 in Betrieb genommen, macht den Besitz eines 3D-Druckers für die privaten Haushalte bezahlbar. Zwar ist der Erwerb der Kunststoffteile mit einer bereits funktionsfähigen RM- bzw. RP-Maschine verbunden, alle restlichen Bauteile allerdings sind in Baumärkten erhältlich [43].

Die im Oktober 2009 veröffentlichte zweite Version, genannt „Mendel“, kann 60% ihrer Bestandteile, exklusive Bolzen und Muttern, selbst produzieren. Die Maschine erlaubt den Druck von Teilen bis zu einer Größe von 180 x 210 x 140 mm [5]. Die für die Inbetriebnahme notwendige Software sowie die Baupläne stellt der Entwickler unter der GNU General Public License allen Anwendern zur Verfügung. Vision der Entwicklung dieser RepRaps ist, dass der private Nutzer zu einem gewissen Grad unabhängig von der Industrie, seinen Bedarf an Produkten selbst herstellen kann. Adrian Bowyer, Entwickler der RepRap-Technologie an der University of Bath, sagt über die Maschinen: *„Eine RepRap-Maschine wird ein revolutionäres Eigentum an den Produktionsmitteln durch das Proletariat ermöglichen – ohne den chaotischen und gefährlichen Revolutionskram“* [7].

In eine ähnliche Richtung geht die Entwicklung so genannter „Fab Labs“. Hierbei handelt es sich um öffentliche Fertigungszentren, die mit Rapid Manufacturing-Maschinen ausgestattet sind. Diese Fertigungszentren bieten Nutzern die Möglichkeit, Produkte für den Eigengebrauch, oder aber den Weiterverkauf, herzustellen.

Solche Fertigungszentren existieren bereits in mehreren Ländern und verfügen über Laserschneider, Rapid-Prototyper oder auch CNC-Fräsmaschinen; allerdings wird das Potential, das in ihnen steckt, noch bei Weitem nicht ausgenutzt.

Für die Zukunft ist es denkbar, dass Benutzer entweder auf der Grundlage erworbener, fertiger Datensätze oder aber mit selbst erstellten 3D-CAD-Modellen, in diesen Fertigungszentren Produkte generieren können. Aus dieser Möglichkeit,

Produkte an vielen Orten über den Globus verteilt herstellen zu können, werden sich in einigen Jahren große Vorteile in der Ersatzteilversorgung eröffnen, welches ein wichtiges Anwendungsfeld der generativen Herstellungsverfahren darstellen wird. Ersatzteile müssen so nicht mehr auf Vorrat produziert, gelagert und zum Bedarfsort geschickt werden, sondern werden als *spare parts on demand* generativ vor Ort produziert [Vgl. Gebhardt (2007), S. 358].

Auch ändern sich die Anforderungen, die mit der Inverkehrbringung von RM-Produkten einhergehen, da der Fertigungsbetrieb dem Kunden nicht länger einen Prototypen nach individueller Spezifikation, sondern ein generativ gefertigtes Produkt abgeliefert. So hat der Hersteller dafür zu sorgen, diesem Produkt z.B. eine Betriebsanleitung beizulegen.

Doch auch die rechtlichen Randbedingungen werden einer Überarbeitung bedürfen. Die Produkthaftung für individualisierte Einzelprodukte und auch die Versicherungs- und Gewährleistungspflichten müssen an die neuen Anforderungen angepasst werden; schließlich haben auch Käufer individualisierter Produkte einen Anspruch auf Reparatur und Ersatzteile [Vgl. Gebhardt (2007), S. 370].

An diesen Aspekt anknüpfend muss auch die Kennzeichnung der RM-Produkte den Anforderungen der Zukunft gerecht werden. So muss diese Kennzeichnung eine Rückverfolgbarkeit jedes Teiles im Sinne der Produkthaftung gewährleisten. Zudem muss jedes Bauteil zu jedem Zeitpunkt individuell zugeordnet werden können, allein schon aus dem Grund, dass es nach der Fertigung individuell verpackt und versandt werden kann.

Ein weiterer Überarbeitungsbedarf der Rechtsprechung liegt in der aktiven Personalisierung von Produkten. Hierbei setzt der Kunde seine Vorstellung vom Produkt selbst um, greift also direkt in die Erstellung der Daten ein. Der Kunde nimmt somit nicht ausschließlich die Stellung des Konsumenten ein, sondern ebenfalls – zu einem gewissen Grad – die des Konstrukteurs und Produzenten. Die Frage der Produkthaftung wird mit diesem Eingreifen erheblich komplizierter. Diese Problematiken werden in den nächsten Kapiteln behandelt.

## 3. Die Maschinenrichtlinie

### 3.1. Einführung

Von jeder Maschine, die eingesetzt und bedient wird, können Gefahren ausgehen, welche in der Lage sein können, beim Benutzer dieser Maschinen schweren Schaden zu verursachen, mitunter sogar den Tod des Maschinenanwenders hervorzurufen.

Um die Sicherheit und Gesundheit von Arbeitnehmern und Verbrauchern im Umgang mit Maschinen zu gewährleisten und zu verbessern, wurde die Europäische Maschinenrichtlinie entwickelt. Diese sieht für jeden Hersteller, der eine Maschine in den europäischen Wirtschaftsraum in Verkehr bringt, Mindestanforderungen und Pflichten vor, mit dem Ziel, das Risiko für Leib und Leben des Anwenders zu verringern.

Zielsetzung hierbei ist, dass von jeder Maschine zu keinem Zeitpunkt eine Gefahr ausgehen darf, die zu einer Gefährdung von Mensch, Maschine und Umwelt führt. Die Maschinenrichtlinie hilft dem Maschinenhersteller bei der Aufdeckung der Gefahren und dem Treffen von Vorkehrungen, ehe eine Maschine in Verkehr gebracht wird [Vgl. Gehlen (2007); S. 21]. Zudem verfolgt die Maschinenrichtlinie das Ziel, einen freien Warenverkehr von Maschinen im europäischen Wirtschaftsraum zu gewährleisten; jedoch soll sich dieser Warenverkehr nur auf als sicher erachtete Maschinen beziehen, also jene, die die Anforderungen der Richtlinie erfüllen.

Die vom Rat der Europäischen Union verfasste Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (vormals 98/37/EG) beruht auf dem EG-Vertrag und besitzt keine unmittelbare

Gesetzeswirkung und wird mittels national gültiger Normen ins nationale Recht eingebettet.

In den folgenden Abschnitten soll der Anwendungshorizont der Maschinenrichtlinie betrachtet sowie die sich aus der Richtlinie ergebenden Herstellerpflichten für die Inverkehrbringung der betroffenen Produkte erklärt werden.

### **3.2. Anwendung der Maschinenrichtlinie**

Prinzipiell bezieht sich die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, wie der Name es sagt, auf Maschinen. Diese werden gemäß Artikel 2a der Richtlinie definiert als

- miteinander verbundene Teile / Vorrichtungen,
- die über mindestens ein bewegliches Teil
- und ein vorhandenes Antriebssystem (oder vorgesehenes) verfügen,
- das nicht unmittelbar durch menschliche oder tierische Kraft angetrieben wird
- und für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt wird.

Innerhalb dieses Artikels wird diese Definition um weitere Eigenschaften ergänzt, die unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie fallen. Jedoch geht der Anwendungsbereich der Richtlinie weit über das hinaus, was gemäß obiger Definition oder dem allgemeinen Sprachgebrauch unter einer Maschine verstanden wird. So erweitert sich der Anwendungshorizont um

- auswechselbare Ausrüstungen,
- Sicherheitsbauteile,
- Lastaufnahmemittel,
- Ketten, Seile, Gurte,
- abnehmbare Gelenkwellen und
- unvollständige Maschinen.

Hierdurch soll ein möglichst weiter Anwendungsbereich der Richtlinie geschaffen und so ein freier Warenverkehr und ein hohes Sicherheitsniveau für viele Produkte ermöglicht werden.

In der Maschinenrichtlinie wird nicht zwischen geringer oder hoher Gefährdung unterschieden; es existiert also keine Bagatellgrenze. Dies hat zur Folge, dass auch beispielsweise Kugelschreiber auf Grund ihres Federantriebes unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie fallen. In der Praxis werden die geltenden Vorschriften in diesen „Bagatellfällen“ allerdings kaum angewandt, weshalb dieser „Rechtsverstoß“ behördlich nicht geahndet wird.

Abbildung 3-1 veranschaulicht den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie:

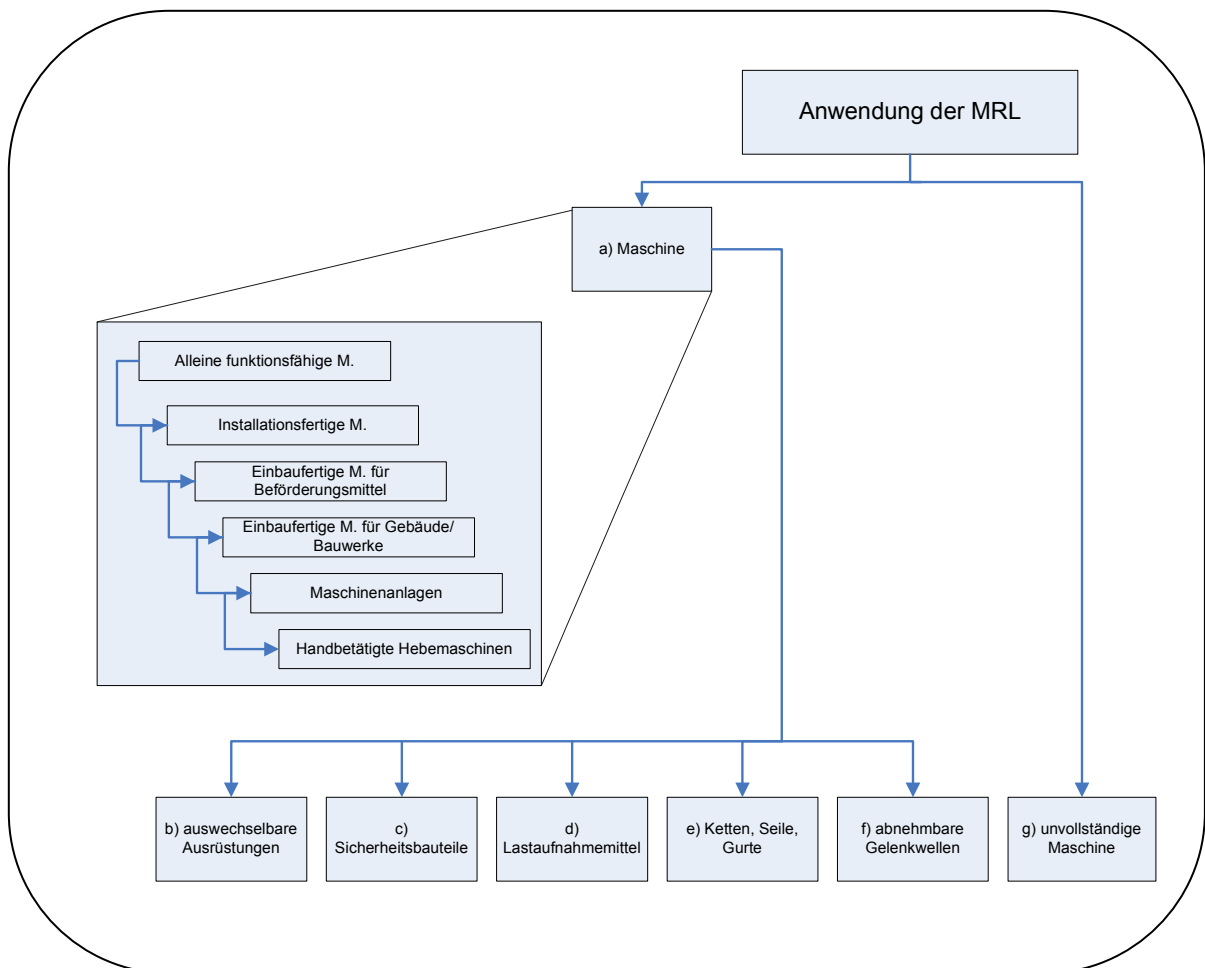


Abb. 3-1: Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie; (eigene Darstellung)

Allerdings sollen nicht alle Produkte, die unter die Maschinendefinition fallen, von den Maßgaben der Maschinenrichtlinie erfasst werden, weswegen in Artikel 1 Abs. 2 der MRL einige Ausnahmen aufgeführt werden. Die wichtigsten werden nachstehend genannt:

- Sicherheitsbauteile als Ersatzteile,
- Maschinen für nukleare Verwendung,
- Waffen,
- Beförderungsmittel,
- Maschinen für Militärische Zwecke/öffentliche Ordnung,
- Niederspannungsgeräte.

Anhang I dieser Arbeit enthält eine detaillierte Betrachtung des Anwendungsbereiches der Maschinenrichtlinie, in der zudem einige Begründungen für die Anwendung bzw. Nichtanwendung der Maschinenrichtlinie geliefert werden.

### **3.3. Inverkehrbringungspflichten**

Will ein Hersteller ein Produkt, welches unter den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie fällt, in Verkehr bringen, so hat er gemäß Artikel 5 der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG einige Anforderungen zu erfüllen, die die Einhaltung der als verpflichtend geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen gewährleisten.

Diese grundlegenden Anforderungen für die Konstruktion und den Bau von Maschinen, die im Anhang I der Maschinenrichtlinie geregelt und in dieser Arbeit im Anhang II zusammengefasst sind, dienen dem Zweck, die von einer Maschine ausgehenden Gefährdungen zu minimieren. Darüber hinaus wird der Hersteller in die Pflicht genommen, einigen Kennzeichnungs- und Dokumentationspflichten nachzukommen sowie eine Risikobeurteilung sowie ein Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen.

Hierzu stehen verschiedene Konformitätsbewertungsverfahren zur Verfügung, deren Anwendung von den ausgehenden Gefahren eines Teils abhängt. Wie die Anwendung der jeweiligen Verfahren gemäß der Maschinenrichtlinie geregelt ist, wird in Abschnitt 3.3.4. *Konformitätsbewertungsverfahren* thematisiert.

### 3.3.1. Technische Unterlagen/Technische Dokumentation

Neben einer Beschreibung und den Gesamt- und Detailplänen der Maschine und ihrer Steuerkreise muss der Hersteller oder sein Bevollmächtigter der Maschine eine Liste der bei der Konstruktion berücksichtigten grundlegenden Anforderungen der Richtlinie, der berücksichtigten Normen und die Beschreibungen der Lösungen beilegen, die ergriffen wurden, um die Verhütung der von der Maschine ausgehenden Gefahren umzusetzen (Gefahrenbeurteilung) [Vgl. Gehlen (2007), S. 56]. Zudem müssen die verbleibenden Restrisiken sowie Prüfberichte enthalten sein.

Nicht zu verwechseln mit der technischen Dokumentation ist die Betriebsanleitung, welche, wie eine Kopie der EG-Konformitätserklärung, ebenso im Umfang der technischen Dokumentation enthalten ist.

**Handelt es sich bei dem Produkt um eine Serienfertigung, hat der Hersteller eine Aufstellung der intern getroffenen Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung jedes gefertigten Teils mit den Richtlinienbestimmungen zu liefern.** Die technischen Unterlagen müssen für einen Zeitraum von 10 Jahren aufbewahrt werden, aus Gründen der Produkthaftung kann es jedoch ratsam sein, diese Frist auf 30 Jahre auszuweiten.

### 3.3.2. Betriebsanleitung

Gemäß Artikel 5c der Maschinenrichtlinie hat der Hersteller sicherzustellen, dass der Käufer mit Zugang des Produktes auch die entsprechende Betriebsanleitung erhält. Allerdings muss hierbei lediglich Sorge getragen werden, dass diese Betriebsanleitung dem Benutzer zeitlich rechtzeitig zukommt und nicht mit der Maschine zusammen in einer Verpackungseinheit geliefert wird. Bei der Erarbeitung der Betriebsanleitung müssen der Hersteller bzw. sein Bevollmächtigter darauf achten, nicht nur die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine zu berücksichtigen, sondern auch auf jede vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung hinzuweisen.

Jedoch hat die Betriebsanleitung nicht nur Angaben zur Bedienung des Produktes zu enthalten. So ist der Benutzer außerdem auf (Rest-)Risiken und mögliche

Montagefehler hinzuweisen sowie ggf. über fällige Inspektionen oder Wartungsarbeiten zu informieren [34].

Die in Abschnitt 1.7.4. des Anhang I der Maschinenrichtlinie geforderten Angaben umfassen den gesamten Produktlebenszyklus von der Montage über die Verwendung bis zur Demontage [Vgl. Gehlen (2007), S. 57]. Der Originaltext dieses Abschnitts 1.7.4. ist im Anhang II dieser Arbeit aufgeführt.

Neben diesen genannten Vorgaben, sowie den „Basisangaben“ des Firmennamens inklusive Anschrift sowie der Bezeichnung und Beschreibung der Maschine, verlangt die Vorschrift auch Angaben zu Schutzmaßnahmen, Emissionsvorgaben oder die Beilegung der EG-Konformitätserklärung. Diese Auflistung ist nicht vollständig, sondern verdeutlicht lediglich die wichtigsten Pflichtangaben der Betriebsanleitung.

### 3.3.3. Risikobeurteilung

Zu den Anforderungen der am 29.12.2009 neu in Kraft getretenen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gehört auch die Durchführung einer sogenannten Risikobeurteilung, welche die bis dahin gültige Gefahrenanalyse ablöst. Hierbei ist darauf zu achten, dass diese beiden Begriffe nicht mit der Gefährdungsbeurteilung verwechselt werden.

Die Gefährdungsbeurteilung beschäftigt sich mit Gefahren, die im Arbeitsbereich des Maschinenbetreibers auftreten können; so werden an fertig installierten Maschinen/Anlagen vornehmlich Restgefährdungen unter Berücksichtigung der Arbeitsumgebung und Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln untersucht [34]. Die Gefahrenanalyse bzw. die diese ablösende Risikobeurteilung hingegen zielt auf Gefahren ab, die von der Maschine ausgehen und ist vom Hersteller durchzuführen [46]. So legt Anhang I Nr. 1 der Maschinenrichtlinie fest, *„dass der Hersteller einer Maschine oder sein Bevollmächtigter dafür [zu] sorgen [hat], dass eine Risikobeurteilung vorgenommen wird, um die für die Maschine geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln. Die Maschine muss dann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung konstruiert und gebaut werden.“*



Ziel der Risikobeurteilung ist somit die individuelle Ermittlung der Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für eine bestimmte Maschine sowie die Umsetzung dieser Anforderungen.

Gleichwohl bedeutet dies, dass die Risikobeurteilung als Prozess zu begreifen ist, der parallel zur Konstruktion und Entwicklung der Maschine durchgeführt wird. In der Praxis ist allerdings oftmals eine nachträgliche Betrachtung vorzufinden, jedoch ist diese Vorgehensweise, in der die Risiken einer bereits konstruierten Maschine ausgetestet werden, verboten, da Gefahren, die sich dann erst herausstellen, kaum noch bzw. nur mit großen Aufwand abstellen oder zumindest reduzieren lassen [46]. Die Beurteilung der Risiken beschränkt sich hierbei nicht nur auf die erstmalige Montage und den normalen Betrieb, sondern muss – wie die Betriebsanleitung – sämtliche Lebensphasen der Maschine berücksichtigen.

Zu beachten ist bei Durchführung der Risikobeurteilung zudem, dass nicht nur bei der bestimmungsgemäßen Verwendung einer Maschine Risiken auftreten können. So müssen bei der Risikobeurteilung auch alle Gefährdungen mit in die Überlegungen mit einbezogen werden, die durch vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen entstehen. Grundüberlegung hierbei ist, dass voraussichtlich jede erkennbare Möglichkeit der Bedienung einer Maschine auch genutzt wird, selbst wenn diese nicht vom Hersteller so vorgesehen wurde. Könnte eine Maschine beispielsweise zum Heben von Lasten eingesetzt werden, auch wenn diese Verwendung vom Hersteller nicht vorgesehen ist, so muss trotzdem damit gerechnet und die sich daraus ergebenden Gefahren dementsprechend bei der Konstruktion berücksichtigt werden [46].

Irrelevant sind hingegen die Risiken während des Herstellungsprozesses der Maschine. Hierbei greifen die Maßnahmen des Arbeitsschutzes für das Herstellerpersonal [34].

Die neue Richtlinie sieht hierzu fünf Schritte vor, die in sich wiederholender Abfolge genau zu befolgen sind:

- Bestimmung der Grenzen der Maschinen (bestimmungsgemäße Verwendung und jede vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung berücksichtigen);

- Ermittlung der Gefährdungen, die von der Maschine ausgehen können, und der damit verbundenen Gefährdungssituationen (dazu insbesondere jeden Arbeitsschritt mit der Maschine gedanklich durchspielen);
- Abschätzung der Risiken unter Berücksichtigung der Schwere möglicher Verletzungen oder Gesundheitsschäden und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens;
- Bewertung der Risiken, um die Erfordernis einer Risikominderung zu ermitteln;
- Ausschaltung der Gefährdungen oder Minderung der Gefährdungen durch Anwendung von Schutzmaßnahmen.

Bezüglich der im letzten Punkt genannten Schutzmaßnahmen ist in der Maschinenrichtlinie eine klare Rangfolge angegeben, die es unbedingt einzuhalten gilt: Zuerst müssen durch konstruktive Maßnahmen an der Maschine die Risiken so weit wie möglich beseitigt oder minimiert werden. Gegen Risiken, die sich durch Konstruktion und Bau nicht vollständig beseitigen lassen, müssen anschließend weitere notwendige Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

In einem dritten Schritt erfolgt die Unterrichtung des Benutzers über die Restrisiken, die sich durch die getroffenen Schutzmaßnahmen nicht vollständig ausschalten ließen. Zudem wird der Benutzer über eventuell erforderliche Spezialausbildungen, Einarbeitung sowie persönliche Schutzausrüstung hingewiesen.

#### **3.3.4. Konformitätsbewertungsverfahren**

Welches Konformitätsbewertungsverfahren anzuwenden ist, hängt von der ausgehenden Gefahr eines Teils ab. So wird im Anhang IV der Maschinenrichtlinie zwischen gefährlichen und weniger gefährlichen Maschinen unterschieden.

Für die Maschinen, die nicht unter die in diesem Anhang aufgeführte Liste der gefährlichen Maschinen fallen, ist das Konformitätsbewertungsverfahren der internen Fertigungskontrolle durch den Hersteller durchzuführen.

##### **3.3.4.1. Interne Fertigungskontrolle**

Bei diesem Verfahren führt der Hersteller die Konformitätsbewertung alleine durch, d.h. er ist nicht verpflichtet, eine unabhängige dritte Stelle einzuschalten; allerdings hat er selbstverständlich das Recht, sich von dritten Stellen hierbei unterstützen zu lassen [34].

Bei der internen Fertigungskontrolle hat der Hersteller auszuführen, sicherzustellen und zu erklären, dass alle in 4.3.1. aufgeführten technischen Unterlagen erstellt und alle notwendigen Maßnahmen ergriffen worden sind, damit durch den Herstellungsprozess gewährleistet ist, dass alle gefertigten Maschinen mit den technischen Unterlagen übereinstimmen und die Anforderungen der Richtlinie erfüllen [Vgl. MRL 2006/42/EG, Anhang VIII].

#### **3.3.4.2. Umfassende Qualitätssicherung**

Wird eine Maschine gemäß Anhang IV als besonders gefährlich eingestuft und ist nach einer im *Amtsblatt der Europäischen Union* aufgeführten harmonisierten Norm hergestellt, so steht dem Hersteller neben der internen Fertigungskontrolle auch die Konformitätsbewertung mittels der umfassenden Qualitätssicherung oder der EG-Baumusterprüfung (Siehe 3.3.4.3. *EG-Baumusterprüfung*) zur Verfügung.

Beim Verfahren der umfassenden Qualitätssicherung, welches neu in die Maschinenrichtlinie aufgenommen wurde, wird jedoch nicht das Produkt bewertet, sondern das Qualitätssicherheitssystem des Herstellers im Hinblick auf Konstruktion, Bau, Endabnahme und Prüfung [26].

Der Hersteller stellt hierbei einen Antrag an eine benannte Stelle, der unter anderem Auskunft über Qualitätsziele, Organisationsstruktur, Konstruktionsprüfungs- und Verifizierungsverfahren sowie Maßnahmen bei der Qualitätskontrolle enthält. Ziel ist die Gewährleistung der Übereinstimmung der Maschinen mit den Bestimmungen dieser Richtlinie.

#### **3.3.4.3. EG-Baumusterprüfung**

Die EG-Baumusterprüfung ist das Verfahren, bei der eine benannte Stelle feststellt und bescheinigt, dass ein repräsentatives Muster einer Maschine den einschlägigen Bestimmungen der Maschinenrichtlinie entspricht. Der Antrag auf eine solche

Prüfung wird vom Hersteller bzw. seinem Bevollmächtigten bei einer gemeldeten Stelle eingereicht und hat neben dem Namen und der Anschrift des Herstellers sowie dem Fertigungsort der Maschine auch die in der technischen Dokumentation geforderten Informationen [Vgl. Gehlen (2007), S. 36].

Unterliegt die Herstellung einer gemäß Anhang IV als gefährlich eingestuften Maschine keinen harmonisierten Normen oder berücksichtigen diese Normen nicht alle relevanten Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, so hat der Hersteller lediglich die Wahl zwischen der umfassenden Qualitätssicherung oder der internen Fertigungskontrolle in Verbindung mit der EG-Baumusterprüfung [Vgl. MRL 2006/42/EG, Artikel 12].

### **3.3.5. EG-Konformitätserklärung**

Ist die Konformität der Maschine mit den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie gewährleistet, hat der Maschinenhersteller für alle Maschinen, die er in Verkehr zu bringen beabsichtigt, eine EG-Konformitätserklärung auszustellen.

Bei mit der EG-Konformitätserklärung oder der CE-Kennzeichnung versehenen Maschinen handelt es sich nach Angabe des Herstellers um verwendbare, verwendungsfertige und betriebsbereite Maschinen. Im Hinblick auf eine Serienfertigung bedeutet dies, dass die Erklärung für jedes Teil der Serie neu auszustellen ist [Vgl. Gehlen (2007), S. 37].

Diese Erklärung bezieht sich zudem nur auf den Maschinenzustand, der zur Zeit der Inverkehrbringung vorliegt; vom Endnutzer nachträglich angebrachte Teile und/oder nachträglich vorgenommene Eingriffe bleiben unberücksichtigt [34]. Die EG-Konformitätserklärung muss neben der Bezeichnung der Maschine inklusive Fabrikat, Typ, Seriennummer sowie einer Beschreibung zusätzlich noch einschlägige Bestimmungen enthalten, denen die Maschine entspricht.

Gegebenenfalls erfordert die Ausstellung der Konformitätserklärung zudem die Angabe von angewendeten harmonisierten Normen, nationalen technischen Spezifikationen und gemeldeten Stellen. Zur Gültigkeit der Erklärung ist eine rechtsverbindliche Unterschrift des Herstellers oder dessen Bevollmächtigten von Nöten [Vgl. Gehlen (2007), S. 37].

### 3.3.6. CE-Kennzeichnung

Sowohl für den Anwender als auch für den Maschinenhersteller stellt die CE-Kennzeichnung ein Verwaltungskennzeichen dar, welches die Einhaltung der Maschinenrichtlinie sichtbar machen soll und ist innerhalb der EU - abgesehen von den unvollständigen Maschinen - auf alle Produkte anzubringen, die unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie fallen.

Die Kennzeichnung steht für die Dokumentation der Konformität eines Produktes mit einer oder mehreren EG-Richtlinien sowie die Durchführung der Konformitätsbewertung und die Ausstellung der EG-Konformitätserklärung [Vgl. Gehlen (2007), S. 58].

## 4. Kennzeichnung von RM-Produkten

### 4.1. Methoden der Kennzeichnung

Das Rapid Manufacturing ermöglicht die Herstellung von unterschiedlichsten Teilen mit unterschiedlichsten Einsatzfeldern. Da die hergestellten Teile mittlerweile nicht mehr nur einen Modellcharakter haben, sondern auch einsatzfähige Endprodukte darstellen können, ergeben sich einige Kennzeichnungspflichten.

Für diese Kennzeichnungen, auf die unter *4.4. Inhalt der Kennzeichnung* speziell eingegangen wird, stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, die im Folgenden näher erklärt werden sollen. Alle diese Methoden müssen den Anspruch erfüllen, Angaben erkennbar, deutlich lesbar und dauerhaft am RM-Teil anzubringen.

#### 4.1.1. Optische Identifikation

Durch die automatische Identifikation kann jedes Objekt im Materialfluss eindeutig bestimmt und von den gleichen Teilen einer Serie unterschieden werden. Im Laufe der technischen Entwicklung haben sich primär zwei Arten der Identifizierung herausgebildet [31].

Eine dieser in der praktischen Anwendung vorherrschenden Arten ist die optische Identifikation, welche sich aus dem Zusammenwirken einzelner technischer Komponenten ergibt. Ein optisches Merkmal wird hierbei von einem Lesegerät

erkannt und die Information an eine Verarbeitungsstelle weitergegeben. Lesegerät und Verarbeitungseinheit ergeben zusammen das elektronische Datenverarbeitungssystem (EDV), welches neben dem optischen Merkmal die zweite Komponente darstellt. Das optisch lesbare Merkmal ist hierbei ein Code, dessen enthaltene Information elektronisch, z.B. durch einen Computer, ausgelesen wird. Die Datenverwaltung kann bei optischen Identifikationssystemen auf zwei Arten geschehen:

Bei der zentralen Datenverwaltung befinden sich alle produktspezifischen Daten in einer Datenbank hinterlegt. Das optische Merkmal codiert lediglich eine Identifikationsnummer, unter dieser in einer Datenbank ein entsprechender produktspezifischer Dateneintrag eingebettet ist. Der Vorteil dieser Art der Informationsverwaltung liegt in der geringen Datenmenge, die optisch codiert werden muss. Nachteilig ist hierbei die aufwändige Datenverwaltung, die Datenbanken voraussetzt, in denen die weiterführenden Informationen implementiert sind. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein eines Dateneintrages zu jeder Identifikationsnummer.

Bei der dezentralen Datenverwaltung befinden sich alle Informationen direkt auf dem optischen Merkmal bzw. in dem Code. Die Vor- und Nachteile kehren sich hierbei im Vergleich zur direkten Datenverwaltung um. So bedarf diese Art der Identifikation keiner Datenbanken, allerdings müssen viele Informationen wie z.B. Hersteller, Seriennummer, Baureihen- oder Typbezeichnung oder auch Warnhinweise im Code untergebracht werden, was mit großen Platz- und Datenbedarf verbunden sein kann [Vgl. Brandl (2009), S. 5].

Optische Merkmale können in ein-, zwei-, dreidimensionale und andere Codes unterteilt werden und können in Form von Klarschrift, Symbolen oder anderen Markierungen vorliegen. Die Dreidimensionalität kann hierbei durch Hinzunahme von Farbe oder über holographische Methoden in optischen Datenträgern erreicht werden. [Vgl. Gertz (2007) S. 35]. Abbildung 4-1 verdeutlicht die Codes in Abhängigkeit ihrer Dimensionen:



Abb. 4-1: Darstellung von ein-, zwei- und dreidimensionalen Codes

Quelle: <http://projects.tp82.de/projects/barcodescanner/>;  
<http://staticfree.info/blog/web/index.html>; <http://blogifold.wordpress.com/>

Im Fokus der Betrachtung stehen zweidimensionale Codes, welche, im Vergleich zu eindimensionalen Codes, dieselbe Information auf sehr viel kleinerer Fläche, bzw. deutlich mehr Informationen auf derselben Fläche unterzubringen [Vgl. Lenk (2002), S. 1]. Dies macht sie für die Kennzeichnung von RM-Produkten gegenüber den eindimensionalen Codes geeigneter. Im Unterschied zu den eindimensionalen Codes, die beispielsweise häufig an Lebensmittelverpackungen zu finden sind, wird die Information nicht mehr in segmentierte, festgelegte Kontrastfolgen codiert, sondern in Codeworte, die in einer Matrix enthalten sind.

Allen optisch lesbaren Codierungen liegen Module zugrunde, welche als die kleinsten Elemente eines Codes verstanden werden. Bei eindimensionalen Strichcodes ist ein Modul die kleinste schwarze bzw. weiße Linie, bei den zweidimensionalen Matrixcodes ist dies die kleinste schwarze bzw. weiße (Daten-) Zelle. Als wichtigster Vertreter im Bereich der zweidimensionalen Codes gilt der Data Matrix Code, welcher in der Praxis bereits die Norm ist [32]. Um den Code eindeutig vom Hintergrund, also der restlichen Produktoberfläche, unterscheiden zu können, muss er vollständig von einer nichtbedruckten Ruhezone umgeben sein. Für die eindeutige Erkennung des Codes genügt hierbei eine einfache Modulbreite. Beispielsweise ein weit verbreiteter Code *Data Matrix ECC 200* mit 26x26 Modulen besitzt folglich eine Verschlüsselungsfläche von 24x24 Modulen. Das entspricht einer Datenmenge von 42 Byte oder umgerechnet 44 Datencodeworten. Die Codeworte sind Daten, die mit 8 Bit binär verschlüsselt wurden und auf den ASCII-, ISO-, Base

256 oder C40 Zeichensätze beruhen [Vgl. Brandl (2009), S. 8]. Im Code verschlüsselt werden hierbei neben den eigentlichen Codeworten auch Fehlerkorrekturworte.

Um einen Dot-Data-Matrixcode handelt es sich, wenn die Datenzellen nicht quadratisch, sondern als Punkte (engl. = dots) ausgelegt sind. Vorteil dieses Codes ist die Möglichkeit der direkten Applikation auf die Oberfläche des zu identifizierenden Teils, wodurch Etiketten überflüssig werden. So kann der Code beispielsweise mit Nadeln oder Laser in die Oberfläche geprägt werden; auch Bohrtechniken können zum Einsatz kommen [Vgl. Lenk (2002), S. 385]. Dies garantiert, dass die Information dauerhaft auf dem Teil gesichert ist. Durch diese direkte Prägung spricht man bei diesem Verfahren von Direct Part Marking (DPM).

Die Auslesung des Codes erfolgt mit Hilfe eines Referenzgitters. Dieses ist so über den Matrix- bzw. Dotcode gelegt, dass die Linienschnittpunkte genau über den Zellen liegen. Auf diese Weise kann jede Zelle als schwarz oder weiß ausgelesen werden [Vgl. Brandl (2009), S. 9]. Abbildung 4-2 verdeutlicht dieses Prinzip:

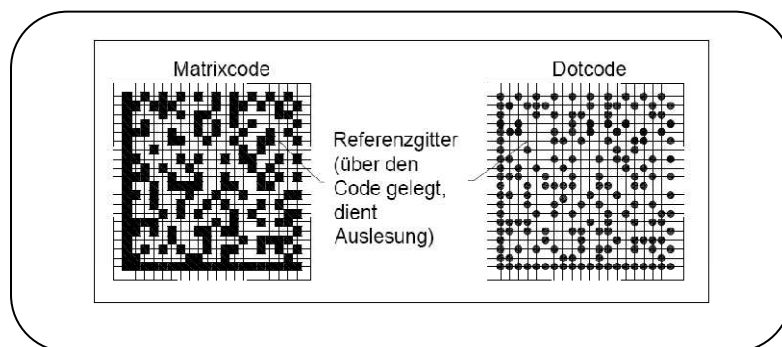


Abb. 4-2: Referenzgitter bei Matrix- und Dot-Data-Matrixcode; Quelle: Brandl (2009)

#### 4.1.2. Radiofrequenzen zu Identifikationszwecken

Die Funkerkennung (engl. Radio Frequency Identification; kurz: RFID) ist eine Technologie, bei der mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen Gegenstände oder auch Lebewesen, identifiziert werden können. Sie stellt neben der optischen Identifikation die zweite Art der automatischen Erkennung dar, die sich in der Praxis durchgesetzt hat. Bei dieser Identifikationstechnologie wird eine Information,



beispielsweise eine Seriennummer, auf einem RFID-Transponder gespeichert, der heute meist einen Mikrochip besitzt und als Datenspeicher dient.

Neben dem Transponder besteht ein typisches RFID-System zudem aus einer – mitunter tragbaren - Recheneinheit und einem Lesegerät mit Kopplungseinheit (Antenne oder Spule). Das Lesegerät ist mit dem Rechner verbunden, welcher dem Lesegerät Kommandos und Daten schickt und wiederum Antwortdaten vom Lesegerät erhält. Beispiele für solche Kommandos können das Auslesen von Identifikationsnummern oder das Beschreiben eines RFID-Transponders mit Daten sein.

Das Lesegerät kodiert diese erhaltenen Kommandos und moduliert diese auf ein (elektro-) magnetisches Wechselfeld. Dadurch werden die Transponder zusätzlich zu den Daten auch mit Energie versorgt. Empfangen werden die Befehle und Daten von allen RFID-Transpondern, die sich im Feld des Lesegeräts befinden, an welches die Transponder anschließend die Antwortdaten schicken [Vgl. Lampe S. 2].

Der RFID-Transponder ist der eigentliche Informationsträger und besteht typischerweise aus einem Mikrochip und einer Kopplungseinheit; wie beim Lesegerät kann dies eine Spule oder eine Antenne sein. Es existiert eine Vielfalt von Bauformen, welche sowohl von der verwendeten Technologie als auch dem Einsatzgebiet abhängen. So zählen die sogenannten „Smart Labels“, bei denen die Spule mit RFID-Chip auf einer Klebefolie aufgebracht ist, ebenso wie die kontaktlosen Chipkarten zu den am weitesten verbreiteten Transpondern [Vgl. Lampe S. 3]. Auch ist es möglich, die RFID-Transponder in Kunststoffe oder andere Materialien einzubauen. Sogar die Herstellung von relativ temperaturunempfindlichen Transpondern ist möglich, so dass diese in metallische Bauteile aus Leichtmetall eingegossen werden können.

Die typischen Sendefrequenzen eines RFID-Systems liegen im Niederfrequenzbereich (100-135 kHz), dem Hochfrequenzbereich (13,56 MHz), dem Ultrahochfrequenzbereich (868/915<sup>5</sup> MHz) sowie dem Mikrowellenbereich (2,45 und 5,8 GHz). Somit liegen die Frequenzen hauptsächlich in den lizenzfreien ISM-

---

<sup>5</sup> 868 MHz in Europa und 915 MHz in den USA

Bändern (Industrial-Scientific-Medical) für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen [Vgl. Lampe S. 5].

#### **4.1.3. Taktile Verfahren**

Unter taktilen Verfahren werden Verfahren zur An- sowie zur Abtastung von Körpern verstanden. Dies geschieht durch einen physischen Kontakt zwischen zwei Objekten. Anfänge der taktilen Identifikationsverfahren finden sich in Lochkarten, Walzen oder Lochstreifen, die codierte Informationen enthielten.

Mit dem technischen Fortschritt wurden die taktilen Verfahren durch elektronische Speichermedien abgelöst, was jedoch nicht zur vollständigen Abwendung von der taktilen Identifikation führte. Vielmehr spezialisierte sich die Anwendung auf Datenfelder im Nanometermaßstab, da es heutzutage möglich ist, Punkte mit feinsten Nanometernadeln selektiv in eine Oberfläche zu schmelzen. Jedoch sind die in die Oberfläche geschmolzenen Datenfelder hochsensibel auf mechanische Einwirkungen. Umwelteinflüsse wie z.B. kleinste Kratzer, können die Oberflächenstruktur zerstören und den integrierten Code unleserlich machen. Aufgrund dieses Nachteils und der Tatsache, dass die Leseapparatur zur Auslesung immer mit dem Code in Kontakt gebracht werden muss, eignen sich die taktilen Verfahren nicht für Rapid Manufacturing-Produkte, weswegen auf diese nicht weiter eingegangen wird [Vgl. Brandl (2009), S. 16 f.].

#### **4.2. Eignung für die Anwendung**

Da die taktilen - ebenso wie die magnetischen - Verfahren, wie erwähnt, für die Betrachtung keine Rolle spielen, wird im Folgenden die Eignung von optischen Verfahren und der RFID für die Kennzeichnung von RM-Produkten betrachtet. Als Basis dieser Betrachtung dienen die Einschätzungen von Michael Brandl, der in seiner Diplomarbeit die automatische Identifikation von RM-Produkten analysiert.

So eignen sich generell beide relevanten Verfahren für die Kennzeichnung von generativ hergestellten Produkten. Soll eine kontaktlose Datenauslesung erfolgen, bei der das optische Merkmal oder sogar das gesamte zu identifizierende Objekt nicht sichtbar ist, so bietet sich nur die RFID-Technik an. Wird Wert auf eine einfache

und kostengünstige Identifikations- bzw. Kennzeichnungsmethode gelegt, sind optische Systeme vorzuziehen. Bei Einsatz der RFID-Technologie muss also bereits im CAD-Modell des zu fertigenden Produktes eine Vertiefung, ein Hohlraum oder eine Tasche für den RFID-Chip eingelassen werden, der nachträglich in das Produkt integriert wird.

Mittlerweile erlaubt der Stand der Technik auch die Fertigung von Chips im Mikrometer-Format, wodurch auch eine Kennzeichnung äußerst kleiner RM-Teile gewährleistet wird. Anzumerken ist hierbei jedoch, dass die Datenkapazität von Chips in diesem Format ist vergleichsweise gering ist.

Bei Verwendung eines Codes, der optisch ausgelesen werden soll, stehen, wie in Abschnitt 4.1.1. *Optische Identifikation* erwähnt, prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Auswahl. Zum Einen kann die Kennzeichnung als bedrucktes Klebeetikett auf dem Bauteil angebracht werden. Handelt es sich bei diesem Bauteil allerdings um ein Teil, das unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie fällt, so muss sichergestellt werden, dass die Etikettierung auf der Oberfläche dauerhaft ist.

Eine Dauerhaftigkeit garantiert zum Anderen das bereits beschriebene Direct Part Marking. Der Code wird bei diesem Verfahren bereits im CAD-Modell in die Bauteiloberfläche „geschrieben“. Die Integration der Kennzeichnung kann entweder mittels kontrastierender Farbgebung oder mittels Relief geschehen und erfordert keine Unterbrechung des Aufbauprozesses.

Meiner Meinung nach eignet sich diese Form der Kennzeichnung besonders bei Einzelstücken bzw. bei kleinen Serien, bei denen die Produkte einzeln hergestellt werden. Werden mehrere baugleiche Produkte gleichzeitig während eines Arbeitsvorgangs, also in einer RM-Maschine hergestellt, ergibt sich ein nicht unerheblicher Mehraufwand, die Kennzeichnungen der baugleichen Serienteile zu individualisieren. Bei einer zentralen Datenverwaltung besteht dieser Mehraufwand lediglich in der Eingravierung einer individuellen Nummer jedes ansonsten baugleichen Teils. Wird jedoch eine dezentrale Datenverwaltung angewandt, sind die individuellen Anpassungen der Teilekennzeichnungen weitreichender. Da bei dieser

Form der Datenspeicherung alle Informationen direkt im optischen Merkmal, also im Relief auf der Bauteiloberfläche gespeichert werden, müssen beispielsweise – sollten die Bauteile an mehrere Kunden geliefert oder zumindest in unterschiedliche Bausätze integriert werden - auch alle kundenbezogenen Informationen individualisiert werden.

Anhang V bietet eine vergleichende Übersicht über die beiden verschiedenen Technologien.

### **4.3. Kennzeichnung in der Praxis**

Zentrale Instanz der Kennzeichnung von Produkten ist GS1 (Global Standard One). Hierbei handelt es sich um einen weltweit agierenden Dienstleister, der globale Standards für die Identifikation von Artikeln und die Kommunikation entlang der gesamten Wertschöpfungskette gestaltet und auch umsetzt. Zudem ist GS1 für die Vergabe von GTIN (Global Trade Item Number, Globale Artikelidentnummer) zuständig [20].

Die Anfänge der industriellen Massenproduktion, speziell durch Einführung der Fließband-Fertigung, ermöglichten die kostengünstige Produktion großer Mengen eines bestimmten Artikels. Jedoch konnten zunächst nur identische Produkte hergestellt werden und somit liegt der Ursprung der Kennzeichnung von Produkten in den Bestrebungen der Fertigung von Produktvarianten. Hierzu setzte man Anfangs Handzettel ein, bevor der Barcode Einzug in die Industrie fand [44]. Aufgrund der vielseitigen Einsetzbarkeit des Strichcodes konnte sich dieser seit seiner Einführung Mitte der siebziger Jahre in nahezu allen Handels- und Industriebereichen etablieren. Speziell in der Logistik ergeben sich durch den Einsatz von Strichcodes enorme Vorteile, zumal die Codes nicht nur zur reinen Identifikation, sondern auch zur Steuerung und Abwicklung von Vorgängen eingesetzt werden können.

Der Einsatzbereich von Strichcodes lässt sich schwer definieren und wird von Günther Stahl, Geschäftsführer der Barcodat GmbH als "überall dort, wo Daten schnell, sicher und fehlerfrei eingelesen werden müssen" umschrieben. Er beschränkt sich nicht nur auf den Handel mit Kasse, Wareneingang und Verwaltung, sondern auch auf Maschinendatenerfassung, Maschinensteuerung,

Betriebsdatenerfassung, Leistungsdatenerfassung, mobile Datenerfassung, digitalisierte Erfassung von Bildern oder Fingerabdrücken, Labor-Messwerte-Erfassung etc. [23].

Die RFID-Technologie erweitert die Möglichkeiten des Strichcodes dahingehend, zusätzlich zur Identität des Produktes auch Informationen bezüglich des momentanen Bearbeitungsstandes des Objektes zu geben. Da RFID-Transponder über einen wiederbeschreibbaren Speicher verfügen, können alle Schritte zudem dokumentiert werden. Besonders in der Automobilbranche kommen mit RFID operierende Fertigungsanlagen zum Einsatz.

Doch nicht nur in der fertigenden Industrie wird zunehmend auf die RFID-Technologie gesetzt. Auch Handelskonzerne wie die METRO Group versprechen sich durch den Einsatz von RFID große Einsparungspotentiale durch umfassende Effizienzsteigerungen. Produktinformationen wie Preis, Gewicht, Mindesthaltbarkeitsdatum etc. können so berührungslos übertragen werden. Eingesetzt wird die Funk-Technologie hierbei besonders im Lagermanagement. So lassen sich alle Warenbewegungen entlang der Prozesskette automatisch erfassen und lückenlos dokumentieren. Der Weg eines jeden einzelnen Produktes lässt sich also zurückverfolgen.

Die Ausrichtung des Lagermanagements auf den Einsatz von RFID ermöglicht zudem bedarfsgerechte Bestellung und bringt auch eine Verringerung von Fehllieferungen aufgrund falscher Bestellungen mit sich. Ebenso verringern sich die Verluste, die sich durch Unauffindbarkeit oder Diebstahl ergeben.

Auch im Verkaufsraum können RFID-Tags eingesetzt werden. Intelligente Regale informieren hierbei das Warenflusssystem selbstständig über fehlerhaft einsortierte Produkte oder einen bestehenden Nachfüllbedarf [44]. Für ein optimales Supply Chain Management ist der Einsatz der RFID-Technologie aus diesen Gründen in vielen Firmen unabdingbar [36]. Darüber hinaus kommen elektromagnetische Wellen zu Identifikationszwecken auch in Leihbibliotheken zum Einsatz. Jedes mit einem Funketikett versehene Buch kann somit Informationen wie Exemplar, Autor, Standort, letzter Entleiher, Status etc. preisgeben.

Seit den siebziger Jahren wird die RFID auch zur Tieridentifikation angewandt. So werden Nutz- und Haustiere mit Halsbändern, Ohrmarken oder Implantaten gekennzeichnet. In der Rinderhaltung kommen Transponder zum Einsatz, die mittels einer Identnummer eine für jedes Tier individuelle Futterabgabe ermöglichen. Die fälschungssichere Kennzeichnung dient aber auch der Herkunftssicherung und damit der Seuchen- und Qualitätskontrolle.

In diesem Zusammenhang lässt sich besonders die EG-Verordnung Nr. 178/2002 nennen, welche die Rückverfolgbarkeit von Lebens- und Futtermitteln vorsieht. Alle Produktions-, Verarbeitungs-, und Vertriebsstufen müssen lückenlos dokumentiert werden, wofür die Anwendung von RFID äußerst geeignet ist.

Auch Zugangskontrollen werden häufig durch RFID geregelt. Besonders bei Mautsystemen, dem öffentlichen Personennahverkehr oder in Fussballstadien können so Kosten, Wartezeiten sowie die Gefahr der Ticketerschleichung reduziert werden.

An Flughäfen kommen RFID-Chips zum Tracking und Tracing (Siehe Kapitel 5. *Rückverfolgbarkeit – Traking & Tracing*) von Gepäckstücken und Personen zum Einsatz. Passive Chips sollen gewährleisten, dass die Gepäckstücke korrekt am Bestimmungsflughafen ankommen und aktive Chips, die sich auf den Bordkarten befinden, lotsen an einigen Flughäfen die Passagiere zu den Gates. Im November 2006 wurde am ungarischen Flughafen Debrecen ein Test eines Überwachungssystems (OpTag) durchgeführt, welches jederzeit Auskunft über Ort und Namen der Passagiere gibt [44].

Es lässt sich sagen, dass der Einsatz von RFID-Tags unaufhaltsam Einzug in den Alltag hält. Schon jetzt werden sowohl im öffentlichen als auch im privatwirtschaftlichen Bereich viele Gegenstände mit den ID-Tags gekennzeichnet und es ist zu erwarten, dass künftig auch Personalausweise, Geldscheine, Kleidungsstücke und Medikamentenpackungen mit ihnen versehen werden. Allerdings birgt die flächendeckende Einführung derart gekennzeichnete Gegenstände auch erhebliche Risiken für das Recht auf informationelle Selbstbestimmung in sich.

Diese Risiken ergeben sich daraus, dass verschiedenste Gegenstände, die mit einem RFID-Tag versehen sind, sowohl miteinander als auch mit weiteren personenbezogenen Daten der Nutzenden - in der Regel ohne deren Wissen und Wollen - zusammengeführt werden können. Auf diese Weise werden detaillierte Verhaltens-, Nutzungs- und Bewegungsprofile von Betroffenen ermöglicht [51].

Derzeit ist der Strichcode das am weitesten verbreitete Auto-ID-System. Die Etiketten befinden sich auf den meisten im Supermarkt erhältlichen Waren, auf Büchern in Bibliotheken, auf Briefen etc.. Barcodes können heutzutage vielfach mit frei verfügbaren Computerprogrammen und auf Standarddruckern generiert werden. Hierdurch fallen lediglich noch die Druck- und Etikettenkosten an, was deutlich zur Verbreitung des Systems beiträgt [Vgl. Kern (2006), S.16]. Dies ermöglicht beispielsweise den Onlineverkauf von Bahn- oder Flugtickets.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass viele Lagermanagementsysteme und Produkte, die bislang mittels Strichcodes organisiert und gekennzeichnet werden, nach und nach auf Kennzeichnungssysteme umgerüstet werden, denen die Identifikation mit Hilfe elektromagnetischer Wellen zugrunde liegt. Nachstehende Abbildung 4-3 veranschaulicht den Einsatz der RFID-Technologie in Unternehmen, sowie das Verbreitungspotential.

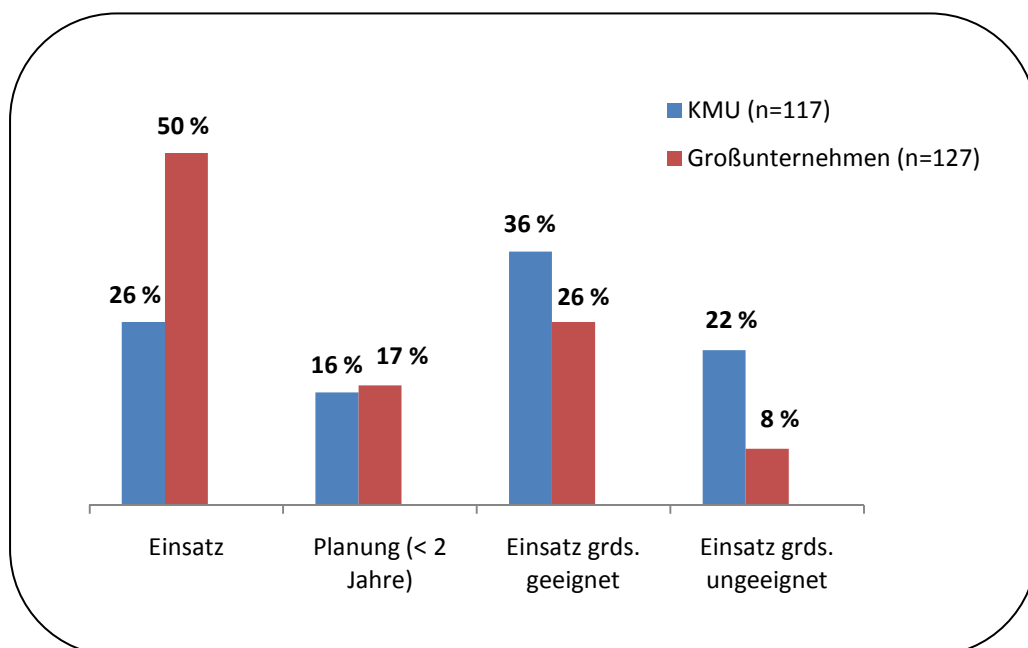


Abb. 4-3: Einsatz von RFID in Unternehmen; Quelle: Schneider (2009)

#### 4.4. Inhalt der Kennzeichnung

Ob auf einem Bauteil ein Code nach obiger Beschreibung angebracht ist oder lediglich eine Nummer steht, ist unerheblich, solange diese Nummer zu einem Datensatz führt, der alle wesentlichen Informationen bezüglich des Bauteils enthält.

In Kapitel 3 wurde bereits beschrieben, welche Informationen sich auf einem Produkt befinden müssen, für den Fall, dass es unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie fällt und in Verkehr gebracht wird. So muss die Kennzeichnung beispielsweise Auskunft über Name und Adresse des Herstellers, eine Beschreibung der Maschine sowie wichtige Hinweise zum Gebrauch liefern.

Zur eindeutigen Identifizierung des Bauteils muss sich aus der Kennzeichnung eine Seriennummer auslesen lassen. Auch müssen Informationen bezüglich der Produktionsserie bekannt sein. Die Kennzeichnung der Charge, innerhalb jener das Teil produziert wurde, muss somit ebenfalls angegeben werden wie der Umfang dieser. Diese Informationen sind auch im Hinblick der Rückverfolgung der Teile notwendig. Diese Rückverfolgung kann im Hinblick auf die Nachbestellung im Zuge von Reparaturmaßnahmen sowie auf die Produkt- bzw. Produzentenhaftung, auf welche in Kapitel 6 genauer eingegangen wird, anfallen.

Doch darüber hinaus existieren weitere Informationen, die über das Bauteil bekannt sein müssen. Rapid Manufacturing dient nach derzeitigem Stand der Technik der Herstellung von Einzelteilen und Kleinserien. Es handelt sich somit vornehmlich um individualisierte, also kundenspezifisch gefertigte Teile. Die produzierten Teile bedürfen demnach einer Kennzeichnung über den Bestimmungsort, also den Adressaten.

Stellt das Zulieferteil eine Baukomponente dar, die vom Kunden in eine Baugruppe eingebaut wird, muss durch zusätzliche, spezifischere Informationen gewährleistet werden, dass das Bauteil seinen Weg in die vorgesehene Baugruppe findet.

Der Hersteller der RM-Teile führt die Produktion im Allgemeinen nach den Vorgaben des Kunden durch. Dieser überliefert dem Hersteller nicht nur das CAD-Modell, sondern auch die Prozessparameter, anhand derer das Bauteil erzeugt werden soll.



Hierbei handelt es sich sowohl um das Mischverhältnis der zum Einsatz kommenden Werkstoffe, als beispielsweise auch um gefertigte Schichtdicken und vom Kunden geforderte Fertigungsgenauigkeiten.

Auch die Materialprüfungen, die am Werkstück vorgenommen werden, sowie die Testergebnisse müssen so dokumentiert sein, dass sie später nachvollzogen werden können. Außerdem muss das 3D-Modell, also die STL-Datei, dokumentiert und abrufbereit sein. Besonders vor dem Hintergrund der Ersatzteilherstellung und des Szenarios der Fertigungscentren, welches in Abschnitt 8.3. analysiert wird, gewinnt dies an Bedeutung. Abbildung 4-4 zeigt beispielhaft die auf einem RFID-Chip enthaltenen Informationen.

<b>Information:</b>	<b>Beispiel:</b>
Transponderstruktur	V
Versionsnummer	0
Datenlänge	084
CharSet-Code	01
Reserve	-
Materialnummer	016043
Identnummer	12345009854
Materialtyp	EMB
Lieferant	015370
SAP-BestellNr.	2003093440
SAP-BestellNr.-Pos	0080
Lieferkennzeichen	1230043598
Lieferdatum	20100114
Reserve	-
Menge1	000170=170kg, 009230=9230Stk.
Menge2	004312=4312m <sup>2</sup> , 000230=230kg

Abb. 4-4: Auf RFID-Chip enthaltene Informationen; Quelle: Tricon RFID

## 5. Rückverfolgbarkeit – Tracking & Tracing

Die Rückverfolgbarkeit von Produkten ist in vielen Unternehmen auf Grund der gesetzlichen Vorgaben etabliert. Besonders hervorzuheben ist hierbei die EU-Verordnung Nr. 178/2002, welche die Rückverfolgbarkeit von Lebens- und Futtermitteln verlangt [20].

In der Basisverordnung ist das Rückverfolgungsgebot jedoch sehr allgemein gehalten und enthält keine Detailregelungen. So ist es dem einzelnen Unternehmer selbst überlassen, wie er dem Gebot nachkommen möchte. Bei Betrachtung von Sinn und Zweck des Gebotes wird jedoch deutlich, was bei der Rückverfolgung zu beachten ist:

Die Systeme und Verfahren zur Informationsfeststellung und –mitteilung müssen geeignet sein, eine ordnungsgemäße Dokumentation und eine effektive Mitteilung an die Behörden zu ermöglichen. Daher muss die Dokumentation eine eindeutige Identifikation der vor- und nachgelagerten Stufen gewährleisten, was auch Übersichtlichkeit und Klarheit der Informationen voraussetzt [6].

Das in der Praxis häufig verwendete Wort Traceability geht in seiner Bedeutung jedoch über die bloße englische Übersetzung der Rückverfolgbarkeit hinaus. So wird zwischen dem Upstream- und dem Downstream-Tracing unterschieden:

Beim Downstream-Tracing (Abwärts-Rückverfolgbarkeit) handelt es sich um die Rückverfolgbarkeit eines Produktes vom Hersteller zum Verbraucher. Dies beinhaltet

ebenfalls alle Prozessschritte innerhalb des Fertigungsprozesses. Das Downstream-Tracing deckt also die Produktgeschichte von der Herkunft des Rohmaterials, über die Halbfabrikate bis hin zum Endprodukt ab. Dieser Prozess soll sicherstellen, dass im Falle einer zu späten Kenntnisnahme von Fehlern bzw. vom Produkt ausgehende Gefährdungen bestimmt werden kann, in welchen Produkten sich Probleme ergeben könnten [Vgl. Wegner-Hambloch (2004), S. 37].

Die Rückverfolgbarkeit sichert also die Wirtschaftlichkeit einer Rückrufaktion, da sie die Isolation der Produkte und Lieferungen ermöglicht, die mit einem Fehler behaftet sind. Hierdurch kann umgangen werden, alle Auslieferungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums zurückrufen zu müssen [Vgl. Melzer-Ridinger (2007), S. 261]. Im Idealfall behält der Hersteller entlang der gesamten Wertschöpfungskette den Überblick über den Verbleib seiner Produkte. Dies schließt auch die Lagerung, den Transport, den Verbrauch sowie die Entsorgung ein.

Das Upstream-Tracing (Aufwärts-Rückverfolgung) ist die Rückverfolgung vom Verbraucher bis zum Lieferanten, also die Bestimmung der Produktgeschichte vom Endprodukt über die Halbfabrikate bis zur Herkunft des Rohmaterials. Dieser Prozess wird eingesetzt, um ein Problem auf seine Ursache bzw. seinen Verursacher zurückzuführen, zum Beispiel anlässlich einer Beschwerde aus dem Markt oder bei festgestellten Abweichungen bei einer Kontrolle von Halbfabrikaten oder Endprodukten [Vgl. Wegner-Hambloch (2004), S. 37].

Nachstehende Grafik zeigt den Prozess der Warenverfolgung und Rückverfolgbarkeit auf Grundlage der Versorgungskette, die ein Produkt üblicherweise durchläuft. Die Kennzeichnungen orientieren sich an den von der GS1 gesetzten Standards. Der Vorlieferant liefert Roh- bzw. Halbfabrikate wie zum Beispiel Rohmaterialien, Verpackungen, Hilfsstoffe etc. an die Industrie. Diese Vorprodukte werden vom Vorlieferanten mit einer GTIN<sup>6</sup> und der jeweiligen Chargennummer versehen. Darüber hinaus fügt er der Lieferung beim Transport den SSCC<sup>7</sup>/GS1-128<sup>8</sup> bei,

---

<sup>6</sup> Die **Global Trade Item Number (GTIN)** ist eine von der GS1 verwaltete und vergebene Identifikationsnummer, mit der Produkte und Packstücke weltweit eindeutig identifiziert werden können.

<sup>7</sup> Die **Serial Shipping Container Code (SSCC)** ist eine weltweit eindeutige Nummer der Lieferung.

<sup>8</sup> Der GS1-128 ist ein Kommunikationsprotokoll der Logistik auf Basis des GS1-128-Strichcode und hieß bis Anfang 2009 noch EAN-128.

welcher beim Empfänger, also der Industrie, registriert (gescannt) wird. Die Industrie stellt aus den Rohmaterialien ein Endprodukt her und kennzeichnet diese fertigen Artikel mit GTIN, Chargennummer und Mindesthaltbarkeitsdatum. Für den Transport – entweder in das Lager des Handels oder direkt in die Verkaufsstelle werden der SSCC/GS1-128 und optional die Chargennummer und/oder das Mindesthaltbarkeitsdatum auf der Versandeinheit angebracht. Beim Empfang der Lieferung werden diese wiederum mittels Scanning erfasst [Vgl. Bürli, R., Friebe, P. (2008); S. 184].

Abbildung 5-1 verdeutlicht den Prozess der Warenverfolgung entlang der unterschiedlichen Glieder der Prozesskette inklusive der notwendigen Kennzeichnungen.

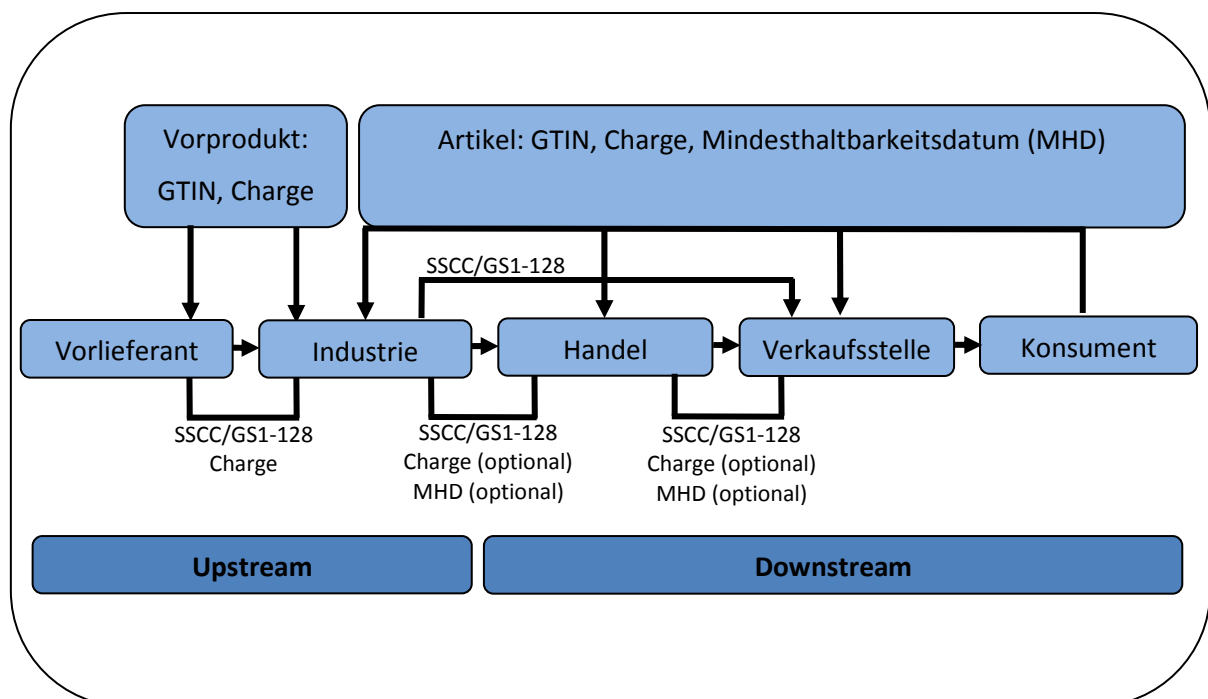


Abb. 5-1: Prozess der Warenverfolgung und Rückverfolgbarkeit;  
Quelle: Bürli, R., Friebe, P. (2008); S. 185

## 6. Haftung

### 6.1. Einführung

Jeder, der ein Produkt in Verkehr bringt, ist für die Schäden, die von diesem Produkt ausgehen können, verantwortlich. Er hat den Nachweis zu erbringen, dass er alle sogenannten Verkehrssicherungspflichten beachtet hat und diese unter Berücksichtigung der erforderlichen Sorgfalt einhält. Maßgeblich hierfür sind die gesetzlichen Regelungen zur Sorgfaltspflicht [11].

Die Haftung, die sich für den Hersteller ergibt, ist jedoch abhängig von der Mangelhaftigkeit des Produktes. So unterliegt ein Produkt, welches vom Kunden nicht so bedient bzw. benutzt werden kann, wie er es erwarten darf oder ihm gesetzlich zugesichert wurde, der Gewährleistung. In diesem Fall greifen Garantiezusagen und Mängelgewährleistung.

Ist die Mangelhaftigkeit gravierender und das Produkt verursacht beim Endverbraucher Schäden an Personen, Sachen und Vermögen, so haftet der Hersteller im Rahmen der Produkthaftung und Produzentenhaftung. Im Folgenden sollen die Unterscheidungen zwischen diesen vier Haftungsformen kurz dargestellt werden; anschließend erfolgt unter 6.2. eine genauere Betrachtung der Sachmängelgewährleistungshaftung sowie der Produkt- und Produzentenhaftung. Nach einem kurzen Einblick in die behördlichen Eingriffsbefugnisse bei Missachtung der formellen Anforderungen an in Verkehr gebrachte Produkte folgt eine kurze Betrachtung der Managementsysteme sowie eine Betrachtung, in wieweit und vor allem welche Personen für das Inverkehrbringen eines schadhaften Produkts zur

Verantwortung gezogen werden können. Dieses Kapitel abschließend folgt eine Darstellung, in welcher Form Gefährdungen an Personen und Sachgegenständen auftreten können.

- **Garantie:** Der Hersteller verpflichtet sich hierbei auf freiwilliger Basis zur Erbringung einer bestimmten Leistung, wenn sich das an den Kunden verkaufte Produkt als schadhaft herausstellt.
- **Mängelgewährleistung:** Hierbei ist der Hersteller gesetzlich verpflichtet, die zugesagte Leistung zu erbringen. Bei Nichterbringung hat der Hersteller die Möglichkeit der Mängelbeseitigung oder Nachlieferung. Kann dies nicht erfüllt werden, so steht es dem Kunden frei, vom Vertrag zurückzutreten oder eine Preisminderung einzufordern. Die allgemeine Verjährungsfrist beträgt zwei Jahre.
- **Produkthaftung:** Leitet sich aus dem Produkthaftungsgesetz ab, welches die Ansprüche auf Schadensersatz regelt, die ein Hersteller einem Endverbraucher leisten muss, wenn dieser, unabhängig vom Verschulden, durch den Gebrauch eines Produktes Schaden erleidet.
- **Produzentenhaftung:** Hierbei handelt es sich um eine deliktische Haftung, wobei vorausgesetzt wird, dass der Schaden dem Verursacher direkt vorgeworfen werden kann. Die Haftung ergibt sich hierbei aus der Verletzung bestimmter Verkehrssicherungspflichten, weswegen auch der Schadensersatz über den sich aus dem Produkthaftungsgesetz ableitbaren Schadensersatz hinausgeht [11].

## 6.2. Zivilrechtliche Haftung auf Schadensersatz

Das Zivilrecht findet Anwendung auf Beziehungen zwischen rechtlich gleichgestellten Rechtssubjekten, also in erster Linie auf Rechtsbeziehungen zwischen Privaten. Im Bereich der Produkthaftung regelt es die Frage, inwieweit für die Schäden, die einem Menschen in Zusammenhang mit einem fehlerhaften Produkt widerfahren sind, Ersatz zu leisten ist.

Verursacht ein sicherheitstechnisch fehlerhaftes Produkt einen Unfall, bei dem Personen verletzt oder Sachen beschädigt werden, muss der Hersteller damit rechnen, auf Schadensersatz in Anspruch genommen zu werden. Die Schäden, die hierbei entstehen, können beträchtlich sein und weit über den Sachwert der beschädigten Güter hinausgehen. So können zusätzlich Heilbehandlungskosten verletzter Personen, Dienstausfallentschädigung, ggf. Erwerbsunfähigkeitsrenten und Schmerzensgelder anfallen, die der Hersteller dem Geschädigten gegebenenfalls zu ersetzen hat. Auch ist die Inverkehrbringung sicherheitstechnisch fehlerhafter Produkte mit Busgeldern verbunden [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 189].

### **6.2.1. Sachmängelgewährleistungshaftung**

Im Hinblick auf ein beschädigtes, fehlerhaftes Produkt steht dem Geschädigten zunächst das vertragliche Mängelgewährleistungsrecht zur Seite. Dieses verfolgt den Zweck, einen Käufer einer Sache davor zu schützen, gegen Zahlung eines Kaufpreises eine Gegenleistung zu erhalten, die aufgrund des Mangels „ihr Geld nicht wert ist“. Allerdings stehen dem Käufer diese Mängelgewährleistungsrechte nur gegenüber seinem Vertragspartner zu, bei dem er das Produkt erworben hat.

Für Produktmängel ist jedoch in der Regel der Hersteller verantwortlich, zu welchem der Käufer meist keine direkte Vertragsbindung führt, mit der Folge, dass der Geschädigte für Ersatzansprüche gegen den Hersteller auf außervertragliche Ansprüche angewiesen ist. Aus diesem Grund sollen gewährleistungsrechtliche Ansprüche an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 189].

### **6.2.2. Produkthaftung**

Neben der vertraglichen Sachmängelgewährleistung stehen dem Geschädigten auch gesetzliche Ansprüche zu, die keine Vertragsbeziehung voraussetzen und deshalb vom Geschädigten direkt an den Hersteller gestellt werden können. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird diese gesetzliche Haftung des Herstellers für Schäden, die durch sein Produkt verursacht wurden, unter dem Begriff „Produkthaftung“ zusammengefasst. Hierbei stehen dem Geschädigten neben deliktischen

Ansprüchen, die das BGB als Grundlage besitzen, auch Schadensansprüche nach dem Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG) zu.

Hierbei ist besonders zu beachten, dass der Hersteller sich von einer schuldhaften Sorgfaltspflichtverletzung selbst entlasten muss. Das bedeutet, dass er im Schadensfall in der Beweiserbringungspflicht ist, nachzuweisen, dass der Schaden nicht durch eine Fehlerhaftigkeit seines Produkts verursacht wurde. Im Schadensfall ist das Unternehmen dazu verpflichtet, das Produkt zurückzunehmen und für den entstandenen Schaden beim Kunden aufzukommen, was mitunter mit sehr hohen Kosten verbunden ist. Zudem fallen auch die Kosten der Klärung der Schuldhaftigkeit an, da die Beweislast, wie erwähnt, beim Hersteller liegt [11].

Anwendungsbereich für die Produkthaftung ist das Produkt selbst, welches im Sinne des Gesetzes als jede bewegliche Sache zu verstehen ist. Auch erfasst die Produkthaftung einzelne Teile, die Bestandteil eines anderen Produktes sind, also Teile, Baugruppen etc., die von Lieferanten bezogen und in das Produkt eingebaut werden.

Voraussetzung der Produkthaftung ist immer ein fehlerbehaftetes Produkt, welches aufgrund dieses Fehlers einen Schaden beim Endverbraucher verursacht. Allerdings muss dieser Fehler bereits bei Verkauf vorliegen und darf nicht erst durch betriebsbedingte Abnutzung oder gar Einwirkung des Anwenders, z. B. durch unsachgemäße Handhabung, hervorgerufen worden sein. Von einem Fehler spricht man in der Rechtsprechung, wenn ein Produkt nicht die Sicherheit bietet, die gemäß vorgeschriebener Normen wie z.B. der DIN, ISO oder VDI oder nach anderen Regelwerken oder dem Stand der Technik vom Produkt gefordert wird. Darüber hinaus bedarf es der Prüfung, was mit dem Verkauf versprochen oder vertraglich zugesichert wurde und womit der Verbraucher rechnen konnte.

In einer Reihe von Fällen ist die Haftung nach dem § 1 Abs. 1 des Produkthaftungsgesetzes jedoch ausgeschlossen. Nach § 1 Abs. 2 ProdHaftG haftet ein Hersteller nicht, wenn er das Produkt nicht in Verkehr gebracht oder nicht für den Vertrieb hergestellt hat oder wenn das Produkt den Fehler zum Zeitpunkt der Inverkehrbringung noch nicht aufwies. Zudem ist der Hersteller von der Haftung entlastet, wenn der vorliegende Produktfehler auf einer zwingend erforderlichen



Rechtsvorschrift beruht oder nach dem Inverkehrbringen nicht erkannt werden konnte.

Darüber hinaus ist die Produkthaftung auch hinsichtlich der Höhe begrenzt. Für Personenschäden, die auf ein im Sinne des Produkthaftungsgesetzes fehlerhaftes Produkt zurückzuführen sind, haftet der Ersatzpflichtige gemäß § 10 ProdHaftG bis zu einem Höchstbetrag von 85 Millionen Euro. Dieser Betrag ist unabhängig von der Anzahl der Personen, die durch das fehlerhafte Produkt zu Schaden gekommen sind. Im Falle der Sachbeschädigung ist der Ersatzpflichtige allerdings nur bei einer Schadenshöhe von mindestens 500 € zum Schadensersatz verpflichtet (sog. Selbstbeteiligung) [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 200].

### 6.2.3. Produzentenhaftung

Die Produzentenhaftung ist, wie erwähnt, eine spezielle Anwendung der deliktischen Haftung, die greift, wenn die sogenannten Verkehrssicherungspflichten nicht erfüllt werden. Anspruchsgrundlage hierbei ist § 823 Abs. 1 des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) und wird insbesondere dort angewendet, wo die Produkthaftung ihre Grenzen findet bzw. eingeschränkt ist. Dieser Paragraph steht nicht in spezifischem Zusammenhang mit der Haftung für fehlerhafte Produkte, dennoch stützt die Rechtsprechung jene Schadensersatzansprüche auf diese Norm. § 823 Abs. 1 BGB lautet:

*„Wer vorsätzlich oder fahrlässig das Leben, den Körper, die Gesundheit, die Freiheit, das Eigentum oder ein sonstiges Recht eines anderen widerrechtlich verletzt, ist dem anderen zum Ersatz des daraus entstehenden Schadens verpflichtet.“*

Die allgemeinen Voraussetzungen eines Schadensersatzanspruchs lassen sich somit wie folgt kategorisieren:

- (1) Es bedarf einer (Verletzungs-)Handlung des Ersatzpflichtigen.
- (2) Diese Handlung muss zu einer Verletzung der in § 823 Abs. I BGB genannten Rechtsgüter geführt haben.
- (3) Diese Handlung muss rechtswidrig gewesen sein.
- (4) Die Verletzungshandlung muss schuldhaft herbeigeführt worden sein.

- (5) Die Verletzung eines der geschützten Rechtsgüter muss zu einem Schaden auf Seiten des Anspruchstellers geführt haben.

Die Ursache dieser Verletzung der geschützten Rechtsgüter kann auf zwei Arten geschehen. Neben der aktiven Handlung des Anspruchsgegners, die durch die Rechtsprechung verboten ist, kann eine Verletzung ihre Ursache aber auch in einem unterlassenen Handeln haben.

Eine zivilrechtliche Haftung durch eine unterlassene Handlung erfordert allerdings eine von der Rechtsprechung auferlegte Handlungspflicht [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 190]. Folgende Verkehrssicherungspflichten des Produzenten hat die Rechtsprechung hierzu entwickelt:

#### **(1) Konstruktionspflicht**

Der Hersteller ist in der Pflicht, sein Produkt unter dem Aspekt des technischen Designs so zu konzipieren und zu konstruieren, dass es dem gebotenen Sicherheitsstandard entspricht. Als Mindestmaßstab dient hierbei der zum Zeitpunkt der Inverkehrbringung vorherrschende Stand der Technik. Diesen Stand von Wissenschaft und Technik hat sich der Hersteller mit zumutbarem Aufwand zu erarbeiten.

Wird diese Verkehrssicherungspflicht verletzt und das Produkt weist einen Konstruktionsfehler auf, so ist meist die gesamte Produktionsserie von diesem Fehler betroffen.

#### **(2) Fabrikationspflicht**

Der Hersteller ist dazu verpflichtet, den durch die Konstruktion des Produktes erreichten Sicherheitsstandard auf sämtliche produzierte Einheiten zu übertragen und durch Vorkehrungen wie bspw. Fertigungs- und Warenausgangskontrollen zu gewährleisten, dass Produkte nicht durch Fertigungsfehler von diesem Standard abweichen. Fehler in der Fabrikationsphase sind meist auf menschliches oder technisches Versagen zurückzuführen und beziehen sich – im Unterschied zu den Konstruktionsfehlern – nur auf einzelne Produkte bzw. auf einzelne Chargen der Produktserie.

### **(3) Instruktionspflicht**

Im Rahmen der Instruktionspflicht ist der Hersteller dazu verpflichtet, den Verwender des Produktes auf die korrekte Handhabung und die vom Produkt ausgehenden Gefahren hinzuweisen, die trotz ordnungsgemäßer Konstruktion verbleiben und bei Verwendung entstehen können und ihn mit Hilfe entsprechender Instruktionen vor diesen Gefahren zu schützen. Hierbei muss vom Hersteller auch eine mögliche Fehlanwendung des Produktes in Betracht gezogen werden. Inhalt und Umfang der Instruktionspflicht richten sich an die am wenigsten informierte und somit am stärksten gefährdete Benutzergruppe.

### **(4) Produktbeobachtungspflicht**

Ist ein Produkt in Verkehr gebracht, so steht der Hersteller in der Pflicht, das Produkt auf bislang unbekannte Gefährdungen und schädliche Eigenschaften zu untersuchen, die von diesem ausgehen können. Im Rahmen eines entsprechenden Reklamationsmanagements müssen bekannt gewordene Mängel oder mit dem Produkt in Verbindung stehende Unfälle analysiert und dokumentiert werden.

Die Produktbeobachtungspflicht beschränkt sich nicht auf das vom Hersteller in Verkehr gebrachte Produkt, sondern umfasst auch die Kombination dieses Teils mit anderen Produkten. So ist es möglich, dass die Verbindung mit anderen Produkten bisher unbekannte und unberücksichtigte Gefahrenquellen eröffnet oder für eine Verwendung tauglich macht, die bei Konstruktion des Produktes nicht in Betracht gezogen wurde. Die Beobachtungspflicht beinhaltet demnach auch die Betrachtung des Wettbewerbs und des Zubehör- und Anbauteilmarktes.

Wird innerhalb dieser Produktbeobachtung eine ausgehende Gefährdung für den Verwender erkannt, so wandelt sich die Beobachtungspflicht in eine Gefahrenabwendungspflicht [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 191 ff.].

Im Unterschied zur Produkthaftung setzt die Haftung nach den Grundsätzen der deliktischen Produzentenhaftung ein Verschulden seitens des Herstellers voraus. Hierunter wird gemäß § 276 Abs. 1 BGB Vorsatz und Fahrlässigkeit verstanden.

Bei einem vorsätzlichen Verstoß wird die Missachtung der Verkehrssicherungspflichten mit Wissen und Absicht herbeigeführt, während unter Fahrlässigkeit ein außer Acht lassen der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt verstanden wird. Die auf dem Produkthaftungsgesetz basierende Haftung ist hingegen verschuldensunabhängig [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 195].

Der deliktischen Produzentenhaftung unterliegt grundsätzlich nur der tatsächliche Hersteller eines Produktes, da primär nur ihm die Beachtung der genannten Verkehrssicherungspflicht obliegt. Allerdings kann dies auch für denjenigen, der lediglich ein Teilprodukt herstellt, welches zusammen mit anderen Teilen zu einem Endprodukt verbunden wird, gelten. Auch dieser hat grundsätzlich die Verkehrssicherungspflichten einzuhalten.

Neben diesen beiden existiert auch der angemäße Hersteller, der sogenannte Quasihersteller. Dieser tritt durch Anbringung seines Namens, seiner Marke oder eines anderen unterscheidungskräftigen Merkmals nach außen hin als Hersteller auf und haftet unter Umständen ebenfalls gemäß den Grundsätzen der Produzentenhaftung. Er kann aufgrund seiner beschränkten Einflussmöglichkeiten auf den Konstruktions- und Fertigungsprozesses nicht für einen Fehler zur Verantwortung gezogen werden, der in diesen Prozessen seinen Ursprung hat, jedoch ist er insbesondere zur Instruktion und Produktbeobachtung verpflichtet und haftet bei Verletzung dieser Pflichten ggf. auf Schadensersatz [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 195].

### **6.3. Behördliche Eingriffsbefugnisse**

Die Einhaltung der Anforderungen des Produktsicherheitsrechts wird nicht durch europäische Institutionen, sondern von den für den Vollzug der jeweiligen nationalen Rechtsvorschriften verantwortlichen Behörden überwacht. In Deutschland sind dies die Gewerbeaufsichts- und Arbeitsschutzbehörden, wobei der Vollzug auf der Ebene der Bundesländer organisiert ist. Dies hat zur Folge, dass gegenwärtig mehr als 80

verschiedene Behörden mit der Anwendung des Produktsicherheitsrechts betraut sind.

Im Rahmen der Überwachung des Inverkehrbringens von Produkten sowie der bereits am Markt befindlichen Produkte, sind die zuständigen Behörden mit den Kompetenzen ausgestattet, Maßnahmen anzuordnen, die gewährleisten, dass ein Produkt erst dann in Verkehr gebracht wird, wenn es den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Ebenso können sie die Inverkehrbringung verhindern bzw. die Rücknahme oder den Rückruf eines bereits in Verkehr gebrachten Produkts anordnen, erfüllt dieses nicht die an das Produkt gestellten Ansprüche.

Die Behörden können diese Maßnahmen ergreifen, ohne dass die von dem betroffenen Produkt ausgehende Gefahr in der Praxis zu einem Unfall geführt hat. Dies gilt gleichwohl bei direkten Gefährdungen, beispielsweise durch konstruktive Mängel, als auch bei fehlenden bzw. fehlerhaften Kennzeichnungen oder Angaben in der Betriebsanleitung.

Das Produktsicherheitsrecht ist demnach auf eine präventive Wirkung ausgerichtet und stellt Mindestanforderungen an die Sicherheit von Produkten, bei deren Unterschreitung sich der Staat ein Eingreifen vorbehält, bevor es zu einem Unfall kommt [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 186]. Die Anforderungen des Produktsicherheitsrechts beziehen sich also nicht nur auf die technische Beschaffenheit des Produkts, sondern darüber hinaus auch auf formelle Anforderungen an den Hersteller. Gerade diese Nichteinhaltung dieser formellen Anforderungen, die das Produkt als solches noch nicht unsicher machen, sanktioniert der Gesetzgeber als Ordnungswidrigkeit, was teils nicht unerhebliche Bußgeldzahlungen mit sich bringen kann.

Ein Unterlassen der vorgeschriebenen Kennzeichnung eines Produktes mit dem CE-Zeichen bzw. eine fehlerhafte Anbringung wird ebenso geahndet wie das Anbringen der CE-Kennzeichnungen auf Produkte, für die die einschlägigen Bestimmungen keine Kennzeichnung vorsehen.

Ebenfalls zu den formalen Verstößen zählt das Nichtbereithalten der erforderlichen EG-Konformitätserklärung oder der technischen Unterlagen oder aber das Fehlen der gegebenenfalls erforderlichen Gefahrenhinweise auf dem Produkt.

Bei Verstoß gegen diese formalen Anforderungen des Produktsicherheitsrechts können Bußgelder in Höhe von 3.000, teilweise sogar bis zu 30.000 € verhängt werden [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 187 f.].

#### 6.4. Managementsysteme

Zur Gewährleistung der Erfüllung der erforderlichen Herstellerpflichten und zur Vorbeugung der Schadensabwendung muss das Management der Produkthaftung mit dem Qualitätsmanagement, dem Risikomanagement und dem Krisenmanagement verknüpft werden.

- Mit dem Qualitätsmanagement stellt das Unternehmen sicher, dass das Produkt alle Anforderungen des Gesetzes erfüllt und dem Stand der Technik entspricht. Durch Maßnahmen der Vorbeugung und der Qualitätskontrolle soll das Qualitätsmanagement gewährleisten, dass keine fehler- oder gar schadhaften Produkte in Verkehr gebracht werden. Besondere Bedeutung hierbei kommt den **Dokumentationspflichten** zu, welche in dieser Arbeit ausführlich behandelt werden. Alle wichtigen Merkmale, Maßnahmen und Abläufe sollen im Rahmen des Qualitätsmanagements dokumentiert werden [11].
- Falls es doch zu einem Schaden beim Endverbraucher kommt, greift das Risikomanagement. Dieses dient der Analyse der Höhe des Risikos, der Eintrittswahrscheinlichkeit sowie der Schadenshöhe. Zudem werden innerhalb des Risikomanagements Möglichkeiten der Schadens- bzw. Haftungsanwendung entwickelt.
- Bei Eintritt eines Schadens wird innerhalb des Krisenmanagements dafür Sorge getragen, das Schadensausmaß in Grenzen zu halten.

Das Risikomanagement und das Krisenmanagement sind jedoch nicht Thema dieser Arbeit und wurden nur der Vollständigkeit halber genannt [11].

### 6.5. Haftende Personen

Prinzipiell liegt die Haftung beim Geschäftsführer eines Unternehmens. Er hat dafür Sorge zu tragen, dass alle notwendigen Maßnahmen ergriffen werden, um einen möglichen Schaden durch sein Produkt einzudämmen und alle Inverkehrbringungspflichten erfüllt werden.

Im Allgemeinen kann dieser die damit verbundenen Pflichten jedoch nicht alle selbst erfüllen, sondern muss diese delegieren. Hierzu zählen:

- Die klare Zuordnung der Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche.
- Das ausschließliche Einsetzen von ausreichend qualifiziertem Personal und die Einweisung und Schulung dieser eingesetzten Personen.
- Überwachung von Arbeitsabläufen und Produkten inklusive ausreichender Qualitätskontrolle.
- Ausreichendes zur Verfügung stellen von Ressourcen, Kapazitäten und technisch geeigneter Werkzeuge und Maschinen.
- Schnelle Reaktion im Schadensfall und Einleitung geeigneter Maßnahmen [11].

Doch auch die Übertragung dieser Aufgaben an (leitende) Angestellte und deren Pflicht zur sorgfältigen Ausführung der Aufgaben, befreit den Geschäftsführer nicht von der Verantwortung. Die Haftung die eintritt, wenn ein Hersteller ein Produkt an einen Endverbraucher verkauft, wird allerdings nicht nur vom tatsächlichen Hersteller des Produktes getragen. Auch Lieferanten von Vorprodukten, Importeure, Händler, Quasi-Hersteller oder Verkäufer unterliegen der Verantwortungspflicht.

Das deutsche Produkthaftungsgesetz sieht die Haftung desjenigen vor, der ein Produkt in Verkehr bringt, jedoch werden Fehler in der Wertschöpfungs- oder Lieferkette zurückverfolgt, was dazu führt, dass das Unternehmen haftet, in dessen

Verantwortungsbereich der Fehler entstanden ist, der zum Schaden führte. Sind das mehrere Unternehmen, dann haften sie gesamtschuldnerisch [11].

Dies hat zur Folge, dass ein Lieferant, dessen fehlerfreies Teilprodukt in ein durch Konstruktion fehlerhaftes Endprodukt eingebaut wird, nicht für den entstehenden Schaden zur Verantwortung gezogen werden kann. Ebenso wenig haftet der Lieferant, wenn sein Kunde eine ungenügende Bedienungsanleitung für den Endverbraucher beilegt. Ist jedoch das Teilprodukt fehlerhaft und Ursache eines Schadens, so wird die Haftung auf den Lieferanten zurückgeführt [11].

Im Gegensatz zum Ordnungswidrigkeitenrecht, nach dem auch die Sanktionierung von juristischen Personen<sup>9</sup> möglich ist, kennt das deutsche Strafrecht keine Strafbarkeit von Unternehmen, die nicht in der Rechtsform des Einzelkaufmännischen Unternehmens geführt werden. Soll auf der Grundlage des Strafrechts eine Person zur Rechenschaft gezogen werden, dass etwa ein Mensch durch ein unsicheres Produkt verletzt oder sogar getötet wurde, müssen die hinter dem Unternehmen stehenden Personen hierzu herangezogen werden.

Das strafrechtlich relevante Verhalten von Personen kann sowohl in einer aktiven Handlung oder aber im Unterlassen einer Handlung liegen, zu der sie rechtlich verpflichtet ist. Beide Varianten sind denkbar, wenn durch ein sicherheitstechnisch fehlerbehaftetes Produkt ein Mensch zu Schaden kommt.

Als strafrechtlich relevante (aktive) Handlung ist dabei stets das Inverkehrbringen eines sicherheitstechnisch fehlerhaften Produktes zu sehen. Erfährt der Hersteller aufgrund seiner Produktbeobachtung, dass von einem von ihm in Verkehr gebrachten Produkt eine bisher unbekannte Gefahr ausgeht und er dennoch eine erforderliche Gefahrenabwehrungsmaßnahme unterlässt, so liegt eine Straftat wegen Unterlassens einer rechtlich gebotenen Handlung vor.

Im Raum stehen dann primär die Straftatbestände der fahrlässigen Körperverletzung (§ 229 StGB) oder der fahrlässigen Tötung (§ 222 StGB). Abhängig davon, ob die verantwortlichen Personen zum Zeitpunkt des Unfalls von der sicherheitstechnischen

---

<sup>9</sup> Eine juristische Person ist eine Personenvereinigung, die aufgrund gesetzlicher Anerkennung rechtsfähig ist, d.h. selbst Träger von Rechten und Pflichten sein kann, aber keine natürliche Person ist. Juristische Personen sind zwar rechtsfähig aber ohne ihre Organe, die für sie handeln, nicht selbst handlungsfähig.



Fehlerhaftigkeit des Produktes Kenntnis besaßen, kommen aber auch die Straftatbestände der vorsätzlichen (§ 223 StGB), gefährlichen (§ 224 StGB) oder schweren Körperverletzung (§ 226 StGB) sowie Totschlag (§ 212 StGB) in Betracht, wegen derer die Staatsanwaltschaft ermitteln und Anklage erheben kann.

Die strafrechtliche Verantwortung erstreckt sich dabei nicht lediglich auf Geschäftsführer, Vorstände oder leitende Angestellte. So kann jede Person, die im Unternehmen eine Verantwortung für die Inverkehrbringung eines sicherheitstechnischen Produktes bzw. die Unterlassung einer erforderlichen Gefahrenabwendungsmaßnahme trägt, strafrechtlich hierfür zur Rechenschaft gezogen werden.

Im Falle der unterlassenen Gefahrenabwendungsmaßnahmen steht meist die Geschäftsführung im Fokus der Verfolgung, da bei dieser letztlich die Entscheidung über die Durchführung dieser Maßnahmen liegt. Die Verantwortung für das Inverkehrbringen eines gefährlichen Produkts hingegen kann auch auf den Konstruktionsleiter oder sogar den einzelnen Konstrukteur zurückgeführt werden [Vgl. Krey, Kapoor (2009), S. 201 f.].

## **6.6. Gefährdungen durch fehlerhafte Teile**

Ist ein Produkt fehlerhaft, im Juristischen wird hierbei von einem Mangel gesprochen, kann dies eine Gefährdung von Personen zur Folge haben.

Diese Gefährdungen können in unterschiedlichen Ausprägungen auftreten: So existiert zum Einen die direkte Gefährdung.

Ein Produkt ist beispielsweise fehlerhaft konstruiert und die Benutzung des Produktes verursacht eine Verletzung des Anwenders. Diese Verletzung kann sowohl durch eine nicht ordnungsbemäße Beschaffenheit des Produktes, beispielsweise scharfe Kanten, die den konstruktiven Vorschriften der grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsschutzanforderungen entgegenstehen, als auch durch den funktionellen Ausfall des Produktes entstehen. Ursache für den Unfall kann aber auch eine falsche Anwendung des Produktes sein, welche auf eine mangelnde Instruktion seitens des Herstellers zurückzuführen ist.

Die indirekte Gefährdung geht über die direkte Gefährdung hinaus; die Person, deren Unversehrtheit bedroht ist, ist nicht (nur) der Anwender selbst. Ein Beispiel hierfür ist der Straßenverkehr. Der Ausfall eines in ein Fahrzeug montierten Bauteils kann nicht nur zur Gefährdung des Fahrers des betroffenen Autos führen, sondern auch ein Risiko für alle anderen Verkehrsteilnehmer darstellen, die sich in unmittelbarer Nähe des fehlerhaften Fahrzeugs befinden.

Die Gefährdung der Gesundheit des Menschen geht unmittelbar auch mit der Gefährdung der Unversehrtheit von Gegenständen einher.

Ein fehlerhaftes Teil, welches in der Herstellung von Produkten eingesetzt wird, kann zudem die Produktion eines mangelhaften Endproduktes zur Folge haben. Wird dieses in Verkehr gebracht, kann dies wiederum zu einer Gefährdung für Personen führen.

Für Rapid-Manufacturing-Produkte liegt ein Beispiel für diese Art von Gefährdung im Direct Tooling, dem direkten Einsatz gefertigter Werkzeuge aus Metall- und Keramikwerkstoffen. Ist die Geometrie des Werkzeugeinsatzes fehlerhaft, so kann auch die erzeugte Geometrie des Endproduktes fehlerhaft sein, was dazu führen kann, dass die Anforderungen an die Beschaffenheit dieses Produktes nicht erfüllt werden.

Diese genannten Gefährdungen für Menschen und Gegenstände setzen eine fehlerhafte Qualitätssicherung voraus.

## **7. Klassifizierung von RM-Produkten und erforderliche Kennzeichnungen**

### **7.1. Einführung**

Nicht alle Produkte, die in generativen Verfahren hergestellt werden, werden in gleicher Weise eingesetzt. So gibt es z.B. Teile, die vom Hersteller selbst angewendet, also nicht an Dritte weitergegeben werden. Diese Teile gehen, in Abgrenzung zum Rapid Prototyping, auch über den Status eines Anschauungs-, Form- oder Testteils hinaus, werden also in der Praxis eingesetzt. Einige RM-Teile stellen nur Komponenten eines größeren Bauteils dar. In diese werden sie verbaut und innerhalb dieser fertigen Produkte integriert in Verkehr gebracht. Daneben existieren allerdings auch generativ hergestellte Teile, die nach Abschluss des Aufbauprozesses fertige Produkte darstellen und gesondert in Verkehr gebracht werden.

Aus diesen unterschiedlichen Einsätzen bzw. den unterschiedlichen Berührungspunkten mit Dritten, ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Kennzeichnung der RM-Produkte. In diesem Kapitel sollen die RM-Produkte deshalb klassifiziert und die Kennzeichnungsanforderungen erläutert werden.

### **7.2. In-House-Produkte**

#### **7.2.1. Beschreibung**

Wie obig genannt, ist der Hersteller eines Produktes in einigen Fällen selbst der Anwender. Hierbei handelt es sich besonders um Teile, die in Kleinserien gefertigt und eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür ist der Rennsport. Im Rennsport aktive

Hersteller, wie beispielsweise Toyota, die in mehreren Automobil- bzw. Motorradrennserien aktiv sind, verbauen generativ hergestellte Bauteile in ihre Rennfahrzeuge [48].

Im Vordergrund steht hierbei, konstruktive Modifizierungen der Ingenieure so schnell wie möglich am Fahrzeug zu realisieren. Entworfenen Bauteile, die zu einer Verbesserung des Fahrzeugs führen, können demnach mittels Rapid Manufacturing schneller ins Rennfahrzeug eingebaut werden. Der Einsatz ist hierbei vielfältig: so kann es sich bei diesen Teilen um ein Armaturenbrett eines Rennmotorads, aber auch um Ansaugleitungen oder Einspritzdüsen handeln [13].

Besonders aus der Tatsache, dass generativ gefertigte Teile auf der Rennstrecke zum Einsatz kommen, ergibt sich die Notwendigkeit einer Kennzeichnung dieser Teile.

### 7.2.2. Gründe und Merkmale der Dokumentation

Der Motorsport ist mit sehr hohen Risiken für alle beteiligten Personen verbunden. Nicht nur der Fahrer eines Rennwagens bzw. Rennmotorrads ist einem erhöhten Gesundheitsrisiko ausgesetzt, sondern auch die Gesundheit aller anderen Fahrer auf der Rennstrecke, des Teams sowie der Zuschauer können bei einem Defekt eines Bauteils gefährdet werden.

So muss sichergestellt werden, dass jedes Teil die geforderten Risiko- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt. Dies erfolgt meist über die CE-Kennzeichnung, welche an Produkten angebracht werden muss, die in Verkehr gebracht werden. Diese Kennzeichnung macht die Konformität des Produktes mit den einschlägigen Richtlinien sichtbar und wird unter 3.3.6. genauer beschrieben.

Unter *in Verkehr bringen* wird gemäß §2 Absatz 8 des Produktsicherheitsgesetzes „*jedes Überlassen eines Produktes an einen anderen, unabhängig davon, ob das Produkt neu, gebraucht, wiederaufgearbeitet oder wesentlich verändert worden ist*“ verstanden. Bei In-House-Produkten findet die Überlassung an Dritte in der Regel allerdings nicht statt. Die Ingenieure des jeweiligen Rennsportteams konstruieren die Bauteile, fertigen diese in eigenen RM-Maschinen und verbauen sie anschließend in die Rennwagen bzw. Rennmotorräder.

Die Tatsache, dass die verbauten Teile nicht in Verkehr gebracht werden, enthebt die Rennsportteams, die verantwortlich für die jeweiligen Fahrzeuge sind, jedoch nicht von den Pflichten, die Produktsicherheit zu gewährleisten. So muss bei einem Teil, welches auf der Rennstrecke zum Einsatz kommt, davon ausgegangen werden, dass alle Maßnahmen ergriffen wurden, um die von dem Produkt ausgehenden Gefahren zu beseitigen oder auf ein Minimum zu reduzieren.

Welche genauen Regelungen die verantwortlichen Rennsportinstitutionen<sup>10</sup> an die Kennzeichnung von im Rennsport eingesetzten RM-Produkten stellen, soll nicht Gegenstand dieser Arbeit sein. Davon auszugehen ist jedoch, dass extrem hohe Anforderungen an die RM-Teile gestellt werden, um den enormen Belastungen standzuhalten.

Die Teile werden also ausgiebig getestet und werden, wenn sie den geforderten Belastungen standhalten, in die Fahrzeuge verbaut. Ein Zertifikat, wie beispielsweise eine CE-Kennzeichnung, wird an den Teilen zwar nicht montiert, jedoch werden sie mit einer Kennzeichnung versehen. Diese kann entweder in Form eines Codes oder einer eingravierten Nummer vorliegen, welche zu einem Eintrag führt, in dem die Prozessparameter dokumentiert sind. Dies dient dazu, die Schadensursache zu finden, sollte ein möglicher (Personen-) Schaden auf das RM-Teil zurückgeführt werden. Auf darüber hinausgehende Dokumentationen bzw. Kennzeichnungen dieser In-House-Produkte soll im Weiteren nicht weiter eingegangen werden.

### **7.3. Werkzeugeinsätze**

#### **7.3.1. Beschreibung**

Anders zu behandeln sind die generativ gefertigten Teile, die den direkten Einflussbereich des Herstellers verlassen, also innerhalb eines anderen Unternehmens zum Einsatz kommen oder als Zulieferkomponente von einem anderen Unternehmen in ein Endprodukt integriert werden.

Ein großer Anwendungsbereich des Rapid Manufacturing, auf den dies zutrifft, ist die generative Herstellung von Werkzeugeinsätzen. Bei dieser als Rapid Tooling und bereits unter 2.4.1. *Werkzeugbau* beschriebenen Anwendung wird das generativ

---

<sup>10</sup> Oberste Institution des Automobilsports ist die FIA, der Dachverband des Motorradsports ist die FIM.

produzierte Teil in eine Maschine verbaut, die in einem nichtgenerativen Fertigungsprozess der Herstellung anderer Produkte dient. Diese Werkzeugeinsätze werden an einen Dritten überlassen und somit in Verkehr gebracht. Der Hersteller des RM-Produktes fungiert somit als Zulieferer eines anderen Produktes.

Diese für den Einsatz in anderen Maschinen entwickelten RM-Produkte haben ein spezielles Verhältnis zwischen Produzent und Verbauer zur Konsequenz, was ebenfalls spezielle Anforderungen an die Dokumentation mit sich bringt.

### **7.3.2. Gründe und Merkmale der Dokumentation**

Die gelieferten Stückzahlen identischer Produkte sind hierbei äußerst gering, da ein Hersteller in der Regel nur über wenige (identische) Fertigungslinien verfügt. Betrachtungsgegenstand ist an dieser Stelle ein geliefertes Bauteil und nicht das gesamte Auftragsvolumen, welches aus vielen unterschiedlichen Maschineneinsätzen bestehen kann. Es handelt sich somit um eine personalisierte Fertigung von RM-Teilen, deren Geometrie und Beschaffenheit speziell nach den Anforderungen und den Plänen des Maschinennutzers entworfen wurde.

Der Anwender dieser RM-Produkte ist in der Praxis der Bediener der Maschine, in die das generativ hergestellte Teil verbaut wurde. Die direkte Gesundheitsgefährdung, die bei einem Defekt des RM-Teils von diesem ausgehen kann, betrifft in der Regel nur ihn. Allerdings darf nicht nur der direkte Kontakt mit dem Werkzeugeinsatz betrachtet werden. Welche Folgeschäden ein fehlerhafter Werkzeugeinsatz für andere Produkte haben kann, wurde in Abschnitt 5.6. *Gefährdungen durch fehlerhafte Produkte* beschrieben.

Bei den Werkzeugeinsätzen spielen die Inverkehrbringungspflichten lediglich eine untergeordnete Rolle. Bei den Einsätzen handelt es sich nicht um fertige Produkte, stattdessen kommen sie erst integriert in eine Maschine zum Einsatz. Die Zertifizierung gemäß einschlägiger Normen hat somit erst für das Gesamtprodukt zu erfolgen.

Folglich muss die Maschine so konstruiert sein, dass der Maschinenbediener einem möglichst geringen Gesundheitsrisiko ausgesetzt ist, der speziell angefertigte Werkzeugeinsatz ist hierbei jedoch nicht von Relevanz. Im Vordergrund der

Dokumentation dieser Werkzeugeinsätze steht deshalb weniger die Dokumentation der durchgeführten Prüfungen zum Schutz der Unversehrtheit der Anwender als eher die Angabe der angewandten Prozessparameter.

Referenzobjekt der Qualitätskontrolle ist das von der Maschine ausgebrachte Teil. Dieses wird betrachtet und auf Konformität mit den geforderten Sicherheitsbestimmungen und Toleranzen getestet. Sollte die gewünschte Qualität der gefertigten Produkte nicht erreicht werden, so muss sich zurückverfolgen lassen, ob der Hersteller des Maschineneinsatzes die ungenügende Qualität zu verantworten hat, indem die Fertigung nicht konform der Vorgaben des Kunden erfolgte.

## **7.4. Produkte mit unmittelbarem Kundenkontakt**

### **7.4.1. Beschreibung**

Den Kennzeichnungspflichten dieser Rapid-Tooling-Produkte sehr ähnlich, aber diese erweiternd, sind jene der „normalen“ Zulieferteile oder Produkte. Auch hierbei handelt es sich um Kleinserien, bei denen der Hersteller seine generativ gefertigten Bauteile einem Dritten überlässt. Anders als beim Rapid Tooling dienen diese Bauteile jedoch nicht der Fertigung von Erzeugnissen, sondern stellen bereits Komponenten späterer Endprodukte dar oder sind selbst Endprodukte. Dies hat zur Folge, dass sich die Anzahl der Personen, die mit dem RM-Bauteil in Kontakt kommen, um ein Vielfaches erhöht.

Nach aktuellem Stand der Technik sind auch die generativ gefertigten Teile, die ein einsatzfähiges Endprodukt darstellen, im engeren Sinne Zulieferteile, da der Produzent sie in der Regel nicht selbst in Verkehr bringt, sondern im Auftrag eines Kunden arbeitet, der die Inverkehrbringung an den Endverbraucher durchführt.

Ein repräsentatives Beispiel hierfür sind Erzeugnisse für den medizinischen Sektor wie z.B. generativ hergestellte Knochenpartien, die in Patienten eingesetzt werden oder in der Dentaltechnik verwendete Implantate. Letztere werden vom Zahnarzt, gegebenenfalls in Kooperation mit einem Labor, bei einem RM-Hersteller in Auftrag gegeben.

### **7.4.2. Gründe und Merkmale der Dokumentation**

Auch bei diesen Teilen gibt es Sicherheitsanforderungen, die einzuhalten sind. Das Ausschalten der vom Bauteil ausgehenden Gefahren oder die weitestmögliche Reduzierung dieser fällt hierbei sowohl für die Zulieferteile, als auch für die Endprodukte an.

Für fertige Produkte, die in Verkehr gebracht werden und die unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie fallen, wurden im Kapitel 3. *Die Maschinenrichtlinie* Pflichten und Vorkehrungen erläutert, die der Hersteller zu erfüllen bzw. durchzuführen hat, um eine CE-Kennzeichnung zu erhalten, die ihn berechtigt, das Produkt an Dritte weiterzugeben. Hier sind besonders die Sicherheitsbauteile zu nennen. Diese Teile müssen gemäß der Richtlinie einzeln zertifiziert werden, obgleich sie in eine Baugruppe integriert werden.

Als problematisch können sich die grundlegenden Anforderungen an die Konstruktion und den Bau erweisen; jene der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG sind im Anhang II dieser Arbeit zu finden. Diese sind meist mit ausgiebigen Tests und somit sehr hohen Qualitätssicherungskosten verbunden. Bei Großserien lassen sich diese Kosten auf die gesamte Produktionsmenge abwälzen, jedoch handelt es sich bei den Zulieferteilen, wie erwähnt, meist um Einzelanfertigungen oder Kleinserien. Die Qualitätssicherungskosten, die für eine Zertifizierung anfallen würden, könnten zu einer Unwirtschaftlichkeit der Entwicklung und Fertigung des RM-Produktes führen.

Fällt ein Bauteil nicht wie die Sicherheitsbauteile speziell unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie, so hat dies nicht zur Folge, dass keine Inverkehrbringungspflichten für besagtes Teil gelten. In der Regel fällt das Produkt, in welches das RM-Teil verbaut wurde, unter den Einflussbereich der Maschinenrichtlinie bzw. des Geräte- und Produkthaftungsgesetzes, welches die Umsetzung der EG-Produktsicherheitsrichtlinie (2001/95/EG) ins deutsche Recht darstellt. Das Bauteil wird hierbei im Rahmen der gesamten Baugruppe oder des Produktes auf die Anforderungen des Gesetzgebers getestet. Bei Erfüllung der Vorgaben, wird die Baugruppe bzw. das Produkt, und nicht das einzelne RM-Teil, mit dem entsprechenden Zertifikat versehen.



Kommt es jedoch zu einem Schadensfall, so muss – wie bei den Werkzeugeinsätzen - eindeutig erkennbar sein, ob der Hersteller des Gesamtproduktes für den Schaden verantwortlich ist oder ob dieser auf das generativ gefertigte und zugelieferte Bauteil zurückzuführen ist. Aus diesem Tatbestand ergibt sich die Produkthaftungsfolge, welche auch auf den Produzenten von Zulieferteilen zurückgeführt werden kann (siehe 5.5. *Haftende Personen*).

Eine weitere Notwendigkeit der Dokumentation ergibt sich aus der Bestrebung, die gefertigten Teile eindeutig zuordnen zu können. Neben der genannten Zurückverfolgung im Interesse der Produkthaftung bzw. der Nachbestellung bei Ausfall des Teils oder der Baukomponente, muss die Dokumentation auch eine „bestimmungsgerichtete“ Zuordnung gewährleisten.

Während In-House-Produkte in diesem Kontext lediglich über eine Kennzeichnung zum genauen Einbau des Teils in die entsprechende Baugruppe oder das entsprechende Fahrzeug verfügen, geht die Kennzeichnung im Sinne der Zuordnung bei Werkzeugeinsätzen einen Schritt weiter. So muss sich das RM-Teil eindeutig einem Kunden zuordnen lassen.

Für die in diesem Abschnitt beschriebenen Produkte mit unmittelbarem Kundenkontakt liegen die Kennzeichnungsanforderungen noch höher. Liefert ein Hersteller beispielsweise eine Charge Dentalimplantate an einen Kunden, so bedürfen diese Implantate Kennzeichnungen bezüglich des Kunden sowie der Patienten, in die die Implantate eingesetzt werden.

Mit welchen Kennzeichnungen die Teile im Genauen versehen werden müssen, behandelt der Abschnitt 4.4. *Inhalt der Kennzeichnung*.

## 8. Problematik der Haftung von Rapid Manufacturing-Produkten

### 8.1. Einführung

Zentrale Fragestellung bei der Haftung von Rapid-Manufacturing-Produkten ist die Verantwortlichkeit des Herstellers. Gemäß der Rechtsprechung unterliegt der deliktrechtlichen Produzentenhaftung grundsätzlich nur der tatsächliche Produzent eines Produktes. In der Praxis bilden sich hierbei jedoch zwei Fälle heraus.

Zum Einen gibt es Unternehmen, die über eigene RM- bzw. RP-Maschinen verfügen und die die eigens konstruierten 3D-Modelle selbst fertigen. In diesem Fall ist die Produkthaftung eindeutig: Bringt dieser Hersteller ein Produkt auf den Markt bzw. verkauft es an einen Kunden, der dieses Teil in ein anderes integriert, so haftet er für die Schäden, die aus dem Verstoß gegen das Produktsicherheitsrecht entstehen. Dies können Verstöße gegen die Konstruktions-, Fabrikations- oder Beobachtungspflichten sein.

Diese Haftung wird dadurch begründet, dass das Produkthaftungsgesetz die Zurückführung der Haftung auf den Verantwortungsbereich vorsieht, in dem der Fehler entstanden ist. Für Instruktionsfehler haftet der Hersteller allerdings nur, wenn das generative Produkt kein Zulieferprodukt darstellt, sondern vom Hersteller auf den Markt gebracht wird. Andernfalls wird das Zulieferteil zwar gemäß der Definition des Inverkehrbringens einem Dritten überlassen (siehe 7.2.2. *Gründe und Merkmale der Dokumentation*), auf den Markt gebracht wird es jedoch innerhalb eines integrierten Gesamtproduktes, für welches der Kunde des Zulieferteils verantwortlich ist.

Gleiches gilt für die behördlichen Maßnahmen, die gegen einen Hersteller wegen falscher Kennzeichnung der Produkte ergriffen werden können (siehe 6.3. *Behördliche Eingriffsbefugnisse*). Die Zulieferteile, die der Hersteller der RM-Teile an den Kunden liefert, werden in der Regel nicht einzeln zertifiziert; vielmehr erfolgt die

Zertifizierung für die gesamte Baugruppe, die in den Verantwortungsbereich des Kunden fällt.

Neben den fertigen 3D-Modellen liefert der Kunde dem Hersteller zudem alle einzuhaltenden Prozessparameter sowie die Vorgaben zur Qualitätsprüfung der Produkte. Der Kunde entscheidet somit, ob und welche Materialprüfungen bzw. Qualitätskontrollen, wie z.B. das Röntgen des Bauteils, vorgenommen werden sollen. Die Prüfungen sind mitunter sehr kostenintensiv und können den Preis des gefertigten RM-Teils in die Höhe treiben, weswegen diese Qualitätskontrollen nicht standardmäßig durchgeführt werden. Zudem sind die Prüfungen zunächst nicht obligatorisch; erst das Inverkehrbringen legt den Produkten die Einhaltung des Produktsicherheitsrechts auf.

Sollte das Produkt unter die Anwendung einer CE-Richtlinie fallen, wäre das Inverkehrbringen zudem mit der Durchführung qualitätssichernder Maßnahmen verbunden. Zwar liefert der Produzent des RM-Teils dieses nach der Fertigung und den ggf. stattgefundenen Kontrollen an den Kunden und überlässt es diesem gemäß der Definition des Inverkehrbringens, jedoch wird dies nach der in der Praxis vorherrschenden Produkthaftungsfolge nicht als ein solches verstanden. Die Inverkehrbringung des Produkts vollzieht demnach der Kunde; die Haftung des eigentlichen Produzenten des RM-Teils ist dadurch gemäß § 1 Abs. 2 ProdHaftG von der Haftung ausgeschlossen (siehe Abschnitt 6.2.2. *Produkthaftung*).

Doch auch Privatpersonen, die nicht mit der Fertigung mittels Rapid-Technologien vertraut sind, können bei Produzenten von RM-Teilen selbsterstellte Konstruktionen in Auftrag geben. Hierbei handelt es sich meist um Produkte für den Privatgebrauch, die nicht unter die Anwendung von CE-Richtlinien fallen und deshalb keine Qualitätsprüfungen oder Zertifizierungen erfordern. Als Beispiel kann ein Stuhl genannt werden, den ein Designer entwirft und für die private Nutzung herstellen lässt. Sollte die Fehlerhaftigkeit dieser Produkte zu einem Unfall führen, so schützt auch die Unkenntnis über Werkstofffestigkeitswerte oder Grundanforderungen an die sichere Konstruktion nicht vor der Haftung.

Der Produzent des RM-Produktes, der nach den Vorgaben des Kunden produziert, sichert sich über die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) davor ab, im Schadensfall zur Verantwortung gezogen zu werden.

Ungleich schwieriger ist die Frage der Produkthaftung im Falle eines aktiven Eingreifens des Kunden in die Konstruktionspläne eines Herstellers.

Diese Situation entsteht beispielsweise, wenn ein Hersteller ein von ihm konstruiertes Produkt auf dem Markt anbietet, dieses von einem Kunden jedoch personalisiert, also individuell an die Wünsche eines Kunden angepasst, werden soll. Nach dem Produkthaftungsgesetz bzw. dem Sachmängelgewährleistungsrecht liegen die Haftungspflicht im Schadensfall sowie die Ersatzpflicht bei Fehlerhaftigkeit des Produktes prinzipiell beim Hersteller, jedoch könnte die Haftung aufgrund des Eingriffs des Kunden auf diesen Übertragen werden. In diesem Fall würde auch die Ersatzleistungspflicht des Herstellers entfallen.

Die Rechtsprechung hat für diese Situation bislang keine Regelungen getroffen und bedarf einer Anpassung an die neuen Anforderungen. Hier gibt es zunächst drei unterschiedliche Ansätze, die im Folgenden diskutiert werden:

## **8.2. Lösungsansätze**

### **8.2.1. Schadensrückführung**

Ein erster Ansatz, die Haftungs- und Ersatzleistungspflicht zu regeln, besteht in der Rückführung des Schadens auf den Verursacher. Die zentrale Frage hierbei lautet, ob das Produkt auch ohne den konstruktiven Eingriff des Kunden zu einem Unfall oder zu einer Fehlerhaftigkeit des Produktes geführt hätte.

So könnte eine Regelung getroffen werden, die den Hersteller von seiner Ersatzleistungspflicht entbindet, sollte die Fehlerhaftigkeit in direktem Zusammenhang mit der vom Kunden vorgenommenen bzw. vom Kunden gewünschten Änderung stehen. Dies hätte auch den Haftungsübergang im Schadensfall vom Hersteller auf den Kunden zur Folge.

Ein vom konstruktiven Eingriff unabhängiger Unfall oder Produktfehler würde den Hersteller in diesem Modell jedoch nicht von seinen gesetzlichen Pflichten entheben. Diese Möglichkeit der Schadensregelung bedingt allerdings ein unabhängiges

Kontrollorgan, welches in der Lage ist, den Schaden zu analysieren und auf den Verursacher zurückzuführen, was weitreichende technische Kompetenzen erfordert. Die gesetzliche Beweiserbringungspflicht des Herstellers, sich von einer Haftung loszusprechen, ist an dieser Stelle nicht ausreichend, da von einem Ungleichgewichtsverhältnis des Informationsstandes zwischen Hersteller und Kunden ausgegangen werden kann. Der Hersteller könnte sich somit leicht der Verantwortung entziehen und die Schadensursache dem Einflussbereich des Kunden zusprechen, um den gesetzlichen Konsequenzen aus dem Weg zu gehen.

### **8.2.2. Schadensteilung**

Ein dieses Modell erweiternder Ansatz besteht in der Schadensteilung. So könnte die Rechtsprechung eine Regelung vorsehen, nach der ein Eingreifen in die Konstruktionspläne eines Herstellers zur individuellen Anpassung des Produktes mit einer Abwälzung des entstandenen Schadens auf Konstrukteur bzw. Geschäftsführer des Herstellers sowie den Kunden verbunden wäre. Wahrscheinlich wäre diese Schadensteilung nur auf die monetären Konsequenzen eines Unfalls oder sonstigen verursachten Schadens möglich, da die deliktische Produzentenhaftung sich nur schwerlich auf mehrere Personen, insbesondere mehrere vertragliche Parteien aufteilen lässt. Bei diesen Kosten kann es sich, wie in Abschnitt 6.2. *Zivilrechtliche Haftung auf Schadensersatz* genannt, u.a. um Heilbehandlungskosten verletzter Personen, Dienstausfallentschädigungen oder Schmerzensgelder handeln.

Der Selbstbeteiligungsbeitrag des Benutzers bei Sachbeschädigungen, der aktuell bei 500 € liegt, wäre in diesem Zusammenhang also deutlich zu erhöhen, da auch der Einfluss des Kunden an der Beschaffenheit des Produktes mitunter deutlich vergrößert wurde.

### **8.2.3. Vertraglicher Haftungsausschluss**

Die Frage der Haftung und Ersatzleistungspflicht könnte eventuell auch vertraglich zwischen dem Kunden und dem Hersteller geregelt werden und somit eine Überarbeitung der Rechtsprechung erübrigen. Hierzu muss im Folgenden die gesetzliche Regelung des Haftungsausschlusses analysiert werden.

Prinzipiell bietet die Vertragsfreiheit die Möglichkeit, die Haftung für ein Produkt auszuschließen. Dieser Haftungsausschluss kann individuell vereinbart oder über die AGBs geregelt werden.

Für einige Produkte ist der Haftungsausschluss jedoch gesetzlich beschränkt oder gar ausgeschlossen. § 474 ff. BGB sieht sogar die Unzulässigkeit des Mängelhaftungsausschlusses von Verbrauchsgüterkäufen vor; der Ausschluss von Schadensersatzansprüchen ist gemäß § 475 Abs. 3 BGB jedoch rechters.

Handelt es sich um eine individuelle Vereinbarung zwischen Hersteller, in diesem Fall der Konstrukteur, und dem Kunden, so sind die Möglichkeiten der Haftungseinschränkungen durch die Grenzen der Vertragsfreiheit<sup>11</sup> beschränkt. Arglistiges Handeln einer Partei, Sittenwidrigkeit oder Gesetzeswidrigkeit eines Vertrages werden demnach von der Rechtsordnung nicht anerkannt. Konkretisiert wird dieser Gedanke im § 444 BGB, nach dem ein arglistiges Verschweigen eines Mangels seitens des Herstellers stets eine Mängelhaftung bei Kauf- und Werkverträgen zur Folge hat [38].

Ausschlaggebend bei dieser Betrachtung ist, in wie weit es sich beim Eingriff in die Konstruktionspläne des Herstellers um eine individuelle Vereinbarung handelt und wie weit der Hersteller die Konstruktionsänderungen einsehen kann. Sind die Eingriffe, die der Kunde an der Konstruktion vornimmt bzw. vornehmen möchte, dem Konstrukteur bekannt, ist es dennoch fraglich, ob dieser eine vom veränderten Produkt ausgehende Gefahr erkennen kann; schließlich basiert die Erfüllung der Sicherheitsanforderungen auf der Originalkonstruktion. Der Hersteller kann sich folglich vertraglich von der Haftung befreien, sofern er eine Fehlerhaftigkeit des Produktes aufgrund des vorgenommenen Eingriffs nicht erkennt und arglistig verschweigt.

Ein Haftungsausschluss über die AGBs erfasst zudem nicht unbedingt die deliktische Haftung. Gegenüber Verbrauchern kann die persönliche Haftung des Unternehmers nur für leichte Fahrlässigkeit (§ 309 Nr. 7b BGB), nicht aber für Körperverletzung oder gar Tötung ausgeschlossen werden (§ 309 Nr. 7a BGB) [38]. Auf wen die Schadensursache zurückzuführen ist, gilt es im einzelnen Fall zu prüfen.

---

<sup>11</sup> §§ 123, 134, 138, 242, 826 BGB

### 8.3. Szenario des Fertigungszentrums

#### 8.3.1. Einführung

Abschnitt 2.6. *Ausblick und Perspektive* schildert kurz ein Szenario, welches den privaten Verbrauchern in Zukunft einen völlig neuen Zugang zur Teileproduktion bieten könnte, und mit großer Wahrscheinlichkeit auch wird. In diesen Fertigungszentren können Nutzer, entweder auf Basis von Konstruktionsmodellen, die von Herstellern zum Verkauf angeboten werden oder aber mit selbst erstellten 3D-Modellen, Teile produzieren. Diese beiden Nutzungsarten sollen im Folgenden erläutert und auf die sich daraus ergebenden Problematiken eingegangen werden.

#### 8.3.2. Herstellung basierend auf erworbenen Konstruktionsplänen

Erwirbt der Kunde einen Konstruktionsplan des Herstellers und fertigt ein Produkt, so sollte dieses Produkt jedoch nicht den Zuständigkeitsbereich des Herstellers verlassen. Das Anbieten eines Konstruktionsplanes müsste vielmehr genauso gewertet werden wie ein Inverkehrbringen eines Produktes, auch wenn dieses faktisch vom Käufer des Konstruktionsmodelles vollzogen werden würde. Folglich obliegen ihm Konstruktions-, Instruktions- sowie Produktbeobachtungspflichten.

Bevor ein Hersteller ein Konstruktionsmodell auf dem Markt anbietet, sollte er an einem hergestellten Exemplar alle notwendigen Tests durchgeführt haben müssen, die die Einhaltung der geforderten Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen gewährleisten. Handelt es sich um ein Teil, welches unter die Anwendung einer EG-Richtlinie fällt und eine CE-Kennzeichnung erfordert, so wird diese in das Datenmodell zu integrieren sein, damit der Kunde über ein zertifiziertes Produkt verfügt und er oder der Hersteller sich nicht wegen Unterlassen der vorgeschriebenen Kennzeichnung (Siehe 6.3. *Behördliche Eingriffsbefugnisse*) strafbar machen würden. Dies ist an sich unproblematisch, da das Anbringen keine Prüfung, beispielsweise durch eine unabhängige Instanz, bedingt, sondern lediglich einen Beleg für die Einhaltung der in der jeweiligen Richtlinie geforderten Anforderungen darstellt.

Allerdings haben die Prozessparameter sowie die verwendeten Werkstoffe im Aufbauprozess unmittelbaren Einfluss auf die Beschaffenheit und die Belastungswerte des Bauteils, jedoch liegt die Anwendung jener Prozessparameter und Werkstoffe in den Fertigungszentren außerhalb des Einflussbereichs des Herstellers des Konstruktionsmodells. Folglich müsste das Auftragen bzw. die Eingravierung der CE-Kennzeichnung auf die Bauteiloberfläche an die Einhaltung von durch den Hersteller festgelegten Vorgaben gekoppelt sein, womit die Einhaltung der Anforderungen gewährleistet werden könnte.

Die Haftung bzw. die Schadensersatzpflicht des Herstellers dürfte in diesem Szenario folglich nicht durch den Fakt außer Kraft gesetzt werden, dass die eigentliche Herstellung vom Kunden vollzogen wird. Derzeit hat die Rechtsprechung noch keine Regelungen diesbezüglich getroffen, doch darf erwartet werden, dass diese nicht zu Ungunsten des Konsumenten ausfallen; besonders vor dem Hintergrund, dass die Ersatzteilefertigung, beispielsweise für Autos, in einem nicht unerheblichen Maße über Fertigungszentren abgewickelt werden könnte. Schließlich muss auch in diesem Fall ein Anspruch des Kunden auf Reparatur oder Ersatz gewährleistet werden.

Dieses Szenario bringt auch weitere Anforderungen an die Kennzeichnung und Dokumentation der generativen Produkte mit sich. So muss den Konstruktionsplänen eine Betriebsanleitung sowie gegebenenfalls weitere Sicherheitshinweise beigelegt werden, die vom Konsumenten ausgedruckt werden können. Die Kennzeichnung der produzierten Teile muss zudem über die angewandten Prozessparameter und Werkstoffe Auskunft geben, da die Einhaltung dieser, wie beschrieben, wahrscheinlich an die Haftung gebunden sein wird.

### **8.3.3. Herstellung basierend auf selbsterstellten Modellen**

Auch die zweite Nutzungsart der Fertigungszentren stellt eine grundlegende Neuerung in der Herstellung von Produkten dar und bringt einen (Neu-) regelungsbedarf bezüglich der Kennzeichnung, Dokumentation und der Haftung mit sich. Bei dieser Nutzungsart handelt es sich um die Fertigung von Produkten basierend auf selbst erstellten CAD-Modellen.



Die Möglichkeit, jedes Bauteil selbst herstellen und folglich auch benutzen zu können, stellt einerseits einen Meilenstein der modernen Fertigung dar, doch birgt dies andererseits auch ein hohes Risiko durch die potentiellen Gefahren, die von dem Bauteil ausgehen können.

Als veranschaulichendes Beispiel soll ein Motorradfahrer dienen, der ein selbstentworfenen Bauteil, welches er in einem Fertigungszentrum herstellt, in sein Motorrad einbaut. Hierbei kann es sich sowohl lediglich um ein Teil zur Verbesserung der Optik, als auch um ein die Konstruktion tragendes Element handeln. Mitunter wurden an diesem Teil keine Belastungstests durchgeführt und ein Ausfall, beispielsweise ein Bruch dieses Teils, stellt eine Gefahr für die Gesundheit des Fahrers und alle Verkehrsteilnehmer in seiner Umgebung dar. Zwar wird das Motorrad in dem modifizierten Zustand wahrscheinlich vom TÜV nicht für den Straßenverkehr zugelassen, doch soll dieses Beispiel verdeutlichen, wie vergleichsweise unkompliziert selbst hergestellte Teile in der Praxis zu einer Gefährdung werden können. Um dieses Risiko und einen eventuellen Schaden auf seinen Verursacher zurückführen zu können, müssen die RM-Teile eindeutig gekennzeichnet werden. So müssen der Name des Inverkehrbringers, also des Konstrukteurs des CAD-Modells, inklusive Anschrift sowie das Produktionsdatum, vornehmlich integriert in einen Code, auf der Oberfläche des Teils aufgetragen werden<sup>12</sup>.

Eine weitere Problematik liegt in der Veräußerung jener selbst entworfenen Teile. Wird eine dieser selbst erstellten Konstruktionen in einem Fertigungszentrum hergestellt und von der dafür verantwortlichen Person an Dritte veräußert, so wird diese Person mit den bereits genannten Inverkehrbringungspflichten eines Herstellers ausgestattet, ungeachtet dessen, dass diese Person mitunter nicht in der Lage ist, diese Auflagen einhalten zu können. So kann von einem privaten Nutzer schwerlich erwartet werden, dass er für das konstruierte Teil den sich aus der Veräußerung ergebenden Instruktions- und Produktbeobachtungspflichten nachkommt.

---

<sup>12</sup> Auch eine fehlende Kennzeichnung würde das RM-Teil aufgrund der nicht vorhandenen Seriennummer als selbst konstruiertes Bauteil identifizieren und durch die Integration in das Motorrad auf den Besitzer zurückführen, jedoch ist eine exakte Kennzeichnung deutlich aussagekräftiger.

Besonders bei Produkten, die unter die Anwendung einer EG-Richtlinie fallen, ist die Gefahr des Verstoßes gegen die Auflagen jener Richtlinie groß. Nicht nur sind die Anforderungen an die betroffenen Produkte sehr streng und beinhalten neben einer technischen Dokumentation auch ein Konformitätsbeurteilungsverfahren und eine Risikobeurteilung. Vielmehr wird auch das Fehlen einer vorgeschriebenen CE-Kennzeichnung mit nicht unerheblichen Bußgeldstrafen geahndet. Der private Produzent muss sich somit im Vorfeld der Herstellung gründlich über die anfallenden Anforderungen informieren.

Eine weitere Gefahr besteht darin, dass die selbst konstruierten Teile bereits gesicherte Patentrechte von Herstellern verletzen. Dieses Problem tritt nicht nur bei der Veräußerung jener Teile, sondern auch bei der Fertigung für den Eigenbedarf auf.

Die Fertigungszentren bieten den privaten Nutzern folglich einerseits ein großes Nutzenpotential, bergen andererseits jedoch das Risiko, sich, unter Umständen unbewusst, strafbar zu machen.

## 9. Allgemeine Geschäftsbedingungen

### 9.1. Einführung

In diesem Kapitel sollen die zuvor theoretisch behandelten Problematiken der Produkthaftung und die in der Praxis vorherrschende Regelung der Produkthaftung analysiert werden. Hierzu werden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Firma *Sauer & Sohn KG* herangezogen, die sich auf den Prototypenbau sowie auf das Lasercusing<sup>13</sup> spezialisiert haben. In Anlehnung an diese Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf die Fertigung im Kundenauftrag ausgelegt sind, erfolgt im Anschluss an die Analyse ein Leitfaden, anhand diesem ein Dokument erstellt werden kann, mit dem sich das Fachgebiet Fabrikbetrieb von der Produkthaftung für selbst erstellte und an Dritte veräußerte Produkte - soweit der gesetzliche Rahmen es erlaubt - befreien kann.

### 9.2. Analyse der AGBs

Im Folgenden werden einzelne Punkte der Allgemeinen Geschäftsbedingungen der *Sauer & Sohn KG* dahingehend untersucht, wie die Haftung, Haftungsbeschränkung sowie Gewährleistung geregelt sind. In den AGBs der *Sauer & Sohn KG* sind prinzipiell 3 Bedingungen für diese Analyse relevant.

Der Originaltext der Allgemeinen Geschäftsbedingungen ist im Anhang VI zu finden.

#### Haftung

Gemäß den Allgemeinen Geschäftsbedingungen befreit sich die *Sauer & Sohn KG* von *„alle[n] Ansprüche[n] aus Verschulden bei Vertragsverhandlungen, positiver Vertragsverletzung und unerlaubter Handlung oder aus einem sonstigen Rechtsgrund, sofern [sie] nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit trifft.“*

---

<sup>13</sup> Das Verfahren LaserCUSING® stellt ein Bindeglied zwischen Rapid Tooling und dem traditionellen Werkzeugbau dar und ermöglicht insbesondere die generative Herstellung von Endprodukten in Stahl für Funktionsteile, Formeinsätze für Spritzgieß- und Druckgusswerkzeugen sowie Implantaten [12].

Besonders durch die Formulierung „*sonstiger Rechtsgrund*“ schließt die Sauer & Sohn KG die Haftungsübernahme für eine Vielzahl von Schadensfällen aus.

Im Falle einer offensichtlichen Fehlerhaftigkeit des Produktes kann der Hersteller somit auf Anspruchsgrundlage der groben Fahrlässigkeit zur Verantwortung gezogen werden. Ein Beispiel hierfür wäre eine vom Kunden vorgegebene Werkstoffzusammensetzung, die zu brüchigen Strukturen führt und vom Hersteller als fehlerhaft erkannt werden müsste.

Durch Qualitätsmanagement- bzw. Qualitätssicherungssysteme - z.B. durch die Wareenausgangskontrolle - versucht sich der Hersteller gegen diese Haftung abzusichern. Welche Materialprüfungen im Speziellen durchgeführt werden, legt allerdings der Kunde fest und ist im individuellen Vertrag konstatiert.

Bei grober Fahrlässigkeit ist die Haftung „*auf den Ersatz des im Zeitpunkt des Vertragsabschlusses [von der Sauer & Sohn KG] voraussehbaren Schadens beschränkt.*“

### **Haftungsbeschränkung**

Eingeschränkt ist die Freisprechung von der Verantwortung für die hergestellten Produkte, wenn wesentliche Vertragspflichten von Seiten der Sauer & Sohn KG schuldhaft verletzt wurden.

„*In diesen Fällen hafte[t] [der Hersteller] im Grunde bei jeder schuldhaften Pflichtverletzung.*“

Die Höhe des Ersatzes ist hierbei ebenfalls auf den im Zeitpunkt des Vertragsabschlusses voraussehbaren Schaden begrenzt.

### **Gewährleistung**

Gemäß den Allgemeinen Geschäftsbedingungen übernimmt die Sauer & Sohn KG „*für die Dauer von 12 Monaten ab Abnahme die Gewähr, dass [die] Lieferung zur Zeit der Abnahme die vertraglich zugesicherten Eigenschaften hat, den anerkannten Regeln der Technik entspricht und nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrage vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.*“

Dieses Zugeständnis an den Kunden ist gesetzlich vorgeschrieben und muss von jedem Hersteller eingeräumt werden.

### **Fazit**

Die Frage der Haftung ist in den AGBs sehr allgemeingültig definiert und nicht unbedingt auf die spezielle Vertragskonstellation ausgerichtet, dass der Erzeuger nicht sein Produkt an einen Dritten veräußert, sondern dieses im Auftrag des Kunden nach dessen Vorgaben produziert. So enthalten die AGBs keine konkreten Angaben zur Verantwortlichkeit für das erzeugte Produkt. Diese konkreten Angaben sind allerdings im Vertrag zwischen dem Produzent und dem Kunden festgelegt, welcher die Grenze zwischen den allgemeinen und den individuellen Geschäftsbedingungen darstellt. So sind die dem Kunden innerhalb des Vertrages zugesicherten Pflichten ausschlaggebend für die Übernahme der in den AGBs festgelegten Produkthaftung.

### **9.3. Leitfaden zur Absicherung gegenüber Haftung und Schadensersatzforderungen**

Die Analyse der AGBs ergab, dass eine weitestmögliche Absicherung des Herstellers gegenüber Ansprüchen seitens des Käufers durch ein „Ineinandergreifen“ von individuell-vertraglichen Vereinbarungen sowie vorformulierten Vertragsbedingungen (AGBs) erreicht wird.

Um Ansprüche auf Nacherfüllung, Ersatz oder im schlimmsten Fall einer deliktischen Haftung für das produzierte Produkt zu vermeiden, sollte im Vertrag, der zwischen dem Fachgebiet Fabrikbetrieb bzw. der TU Ilmenau und dem Kunden geschlossen wird, demnach die Verantwortlichkeit für das Produkt geregelt sein.

So muss im Vertrag eindeutig niedergeschrieben werden, dass die Herstellung des Produktes nach den Vorgaben des Kunden erfolgt. Dadurch kann sich dieser, beispielsweise im Falle eines konstruktiven Mangels, nicht zur Behebung des Mangels oder gar zur Übernahme eines möglichen Schadens inklusive aller Folgekosten und deliktischen Ansprüche auf die TU Ilmenau oder, im Speziellen, auf die zuständigen Konstrukteure des Fachgebietes, berufen.

### 9.3.1. Zentrale Bedingungen

Um sich möglichst wirksam von der Produkthaftung zu befreien, müssen die von der TU Ilmenau aufgesetzten Allgemeinen Geschäftsbedingungen folgende Bedingungen enthalten:

Zunächst ist die **Anerkennung der Lieferungs- und Zahlungsbedingungen** notwendig. Hierdurch wird allen Einkaufs- und Geschäftsbedingungen des Bestellers widersprochen und zudem verpflichtet sich dieser, alle in den AGBs festgelegten Bedingungen zu akzeptieren.

In den AGBs ist der **Haftungsausschluss** der TU Ilmenau bzw. des Fachgebietes Fabrikbetrieb einzufügen. Dieser muss sich auf Ansprüche jeglicher Art beziehen, jedoch muss der Besteller hierbei auch über die gesetzlichen Grenzen des Haftungsausschlusses informiert werden, welche im Vorsatz und der groben Fahrlässigkeit liegen. Bei grober Fahrlässigkeit ist die Haftung auf den Ersatz des im Zeitpunkt des Vertragsabschlusses voraussehbaren Schadens zu beschränken.

Ebenso wenig kann sich der Hersteller von der Haftung bei Verletzung wesentlicher Vertragspflichten befreien. Hierüber ist der Besteller im Rahmen der **Haftungsbeschränkung** innerhalb der AGBs zu informieren. Wie bei der groben Fahrlässigkeit ist die Höhe der Haftung allerdings zu begrenzen.

In den AGBs ebenso enthalten sein sollte eine Angabe zur **Gewährleistung**. Hierbei muss der Lieferer, also das Fachgebiet Fabrikbetrieb, dem Besteller zusichern, dass das gelieferte Produkt die vertraglich zugesicherten Eigenschaften besitzt, den Regeln der Technik entspricht und nicht mit Fehlern behaftet ist. Die Dauer dieser Gewährleistung kann variieren, wird jedoch oftmals mit 1-2 Jahren angegeben. Den Verantwortlichen des Fachgebietes Fabrikbetrieb muss zudem die Möglichkeit eingeräumt werden, den Mangel zu beheben. Diese Bedingung, die ebenfalls ein Zugeständnis gegenüber dem Kunden darstellt, ist gesetzlich vorgeschrieben.

Die AGBs erfordern eine Klausel, nachdem der **Versand** des Produktes in allen Fällen auf Kosten und Gefahr des Bestellers geschieht und die TU Ilmenau für beim Transport entstehende Schäden nicht zur Verantwortung gezogen werden kann.

Zusätzlich ist in den AGBs festzulegen, dass der Besteller für eine eventuelle Verletzung der **Patent- und Schutzrechte** Dritter haftet, die durch die Herstellung des zur Produktion in Auftrag gegebenen Produktes entstehen könnte. Zwar erfolgt die Herstellung basierend auf Konstruktionsplänen des Bestellers, jedoch könnte es sich hierbei um bereits von Dritten geschützte Konstruktionspläne handeln. Die TU Ilmenau schützt sich durch diese Klausel vor der deliktrechtlichen Haftung, die sich durch eine unerlaubte Anfertigung einer Kopie ergeben würde.

### 9.3.2. Weitere Bedingungen

Neben den oben aufgeführten Bedingungen, durch die sich die TU Ilmenau bzw. das Fachgebiet Fabrikbetrieb im Falle der Veräußerung eines Produktes nach den Vorgaben des Anwenders zu einem gewissen Grad von der Produkthaftung für jenes Produkt freisprechen kann, existieren noch weitere elementare Bedingungen, die in den AGBs geregelt werden sollten bzw. müssen.

So sollten die AGBs eine Klausel enthalten, die den **Eigentumsvorbehalt** der TU Ilmenau konstatiert. Nach diesem bleibt die gelieferte Ware bis zur vollständigen Bezahlung sämtlicher Forderungen Eigentum des Lieferers, also der TU Ilmenau.

Alle Angaben, Daten, Modelle usw. die die TU Ilmenau an den Besteller im Rahmen der Liefervereinbarungen weitergibt, sind zudem vertraulich zu behandeln und unterliegen der **Geheimhaltungspflicht**. Da in der Praxis zwar eher der Fall vorliegen wird, dass das Fachgebiet Fabrikbetrieb auf Basis von Daten und Modellen des Bestellers das Produkt fertigt, ist diese Bedingung meiner Einschätzung nach nicht zwingend notwendig, sollte aber zum Zwecke der Vollständigkeit in die AGBs mit aufgenommen werden.

Darüber hinaus sollten in die AGBs, zu deren Einhaltung sich der Besteller im Falle eines Vertragsschlusses verpflichtet, noch Regelungen bezüglich der **Preise** (bspw.

---

Angaben ohne Mehrwertsteuer, ausschließlich Frachtkosten, Versicherung usw.), **Zahlungsmodalitäten** sowie **Lieferzeiten und Verzug** enthalten.

Neben diesen Bedingungen, die hauptsächlich zu Lasten des Bestellers ausfallen, müssen diesem im Rahmen der AGBs noch gesetzlich vorgeschriebene Zugeständnisse eingeräumt werden. So hat der Besteller ggf. das Recht vom Vertrag zurückzutreten, wenn die gesamte Leistung, die ihm von der TU Ilmenau zugesichert wurde, nicht erbracht werden kann. Dieser Rücktritt bei **Unmöglichkeit** der Lieferung ist jedoch an Bedingungen geknüpft, über die der Besteller informiert werden muss.



## 10. Ergebnisse der Arbeit

Die Kennzeichnung von Produkten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dies liegt zum Einen an immer komplexer werdenden Lieferketten, die ein Produkt von der Herstellung bis zum Verbraucher mitunter zu durchlaufen hat. Durch eine eindeutige Kennzeichnung muss also gewährleistet werden, dass das Produkt im Rahmen des Herstellungs- und Lieferungsprozesses den richtigen Adressaten erreicht – bzw. in die richtige Baugruppe verbaut wird - und alle geforderten Produkteigenschaften besitzt. Das Spektrum dieser Produkteigenschaften kann von der Werkstoffzusammensetzung bis hin zu durchgeführten Qualitätskontrollen reichen.

Zum Anderen liegt die Bedeutung der Kennzeichnung in der Haftung begründet. Die Rechtsprechung bindet die Weitergabe von Produkten an die Erfüllung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen. Diese Inverkehrbringungspflichten, zu deren Erfüllung der Hersteller eines Produktes in die Pflicht genommen wird, umfassen neben der Konstruktions- und Fabrikationspflicht - also die Berücksichtigung eines gebotenen Sicherheitsstandards sowie Warenkontrollen - auch die Instruktions- und Produktbeobachtungspflicht.

Fällt ein Produkt unter die Anwendung einer EG-Richtlinie, so bindet diese Richtlinie die Inverkehrbringung unter anderem an die Durchführung einer technischen Dokumentation, einer Risikobeurteilung sowie einer Konformitätsbewertung (z.B. die interne Fertigungskontrolle oder die umfassende Qualitätssicherung). Durch diese Maßnahmen sollen die von einem Produkt ausgehenden Gefahren minimiert werden. Als Visualisierung der Konformität eines Produktes mit den Anforderungen dient hierbei die CE-Kennzeichnung.

Diese Pflichten und die sich daraus ergebene Haftung beschränken sich nicht auf denjenigen, der das Produkt an den Kunden veräußert, sondern werden entlang der Herstellungskette auf den Verursacher eines eventuellen Schadens zurückgeführt, welcher durch Missachtung der Inverkehrbringungspflichten herbeigeführt wurde.

Die Rapid-Technologien werden sich in Zukunft neben den „herkömmlichen“ Fertigungsverfahren etablieren und die in ihr steckenden Potentiale stärker

ausschöpfen. Besonders aber das mit dem Rapid Manufacturing verbundene Potential, unabhängig von der Industrie seine Produkte selbst zu fertigen, wird nicht nur neue Möglichkeiten der privaten Güterfertigung bieten, sondern birgt auch die Gefahr der Aushebelung der Inverkehrbringungspflichten.

So werden einerseits RM-Maschinen für den privaten Haushalt oder andererseits öffentliche Fertigungszentren privaten Nutzern die Möglichkeit bieten, Produkte nach eigenen Konstruktionsplänen herzustellen. Die Weitergabe dieser privat erzeugten Produkte an Dritte kann mitunter gegen die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen verstoßen und zu erheblichen Schäden an Menschen oder Gegenständen führen.

Da von einem privaten Erzeuger nur schwerlich erwartet werden kann, für sein erzeugtes und an einen Dritten weitergegebenes Produkt die Instruktions- und Produktbeobachtungspflichten erfüllen zu können und Verstöße sich nur kaum unterbinden lassen werden, müsste die Weitergabe dieser Produkte folglich verboten oder an strenge Konditionen gekoppelt werden. Eine weitere - unabhängig von der Weitergabe der Produkte - bestehende Problematik der privaten Fertigung, liegt im Verstoß gegen Patentrechte.

Um Produkte eindeutig auf den Erzeuger zurückführen zu können, müssen auch diese privat erzeugten Güter mit einer eindeutigen Kennzeichnung versehen werden. Doch auch die von Herstellern im Kundenauftrag vorgenommene Herstellung von Produkten ist nicht unproblematisch.

Derzeit sprechen sich die Hersteller bis zu einem gewissen Grad über die AGBs und vertragliche Regelungen von der Produkthaftung frei, jedoch wird sich diese Regelung auf den Fall des aktiven Eingreifens des Kunden in die Konstruktionspläne des Herstellers zum Zweck der Individualisierung nicht problemlos übertragen lassen. Eine Schadensrückführung oder eine Schadensteilung könnten hierbei in Erwägung gezogen werden.

Die Rechtsprechung ist bislang noch unzureichend auf die neuen Anwendungsmöglichkeiten und -Bereiche vorbereitet, die sich aus der Verbreitung

---

des Rapid Manufacturing ergeben und wird in naher Zukunft vor neue Herausforderungen gestellt.

---

## Anhangsverzeichnis

A I:	Anwendung der Maschinenrichtlinie .....	86
A II:	Auszüge aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zu Inverkehrbringungspflichten von Maschinen .....	93
A III:	Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG – Liste der Maschinen, für die ein besonderes Konformitätsverfahren erforderlich ist .....	108
A IV:	Funktionsweise der wichtigsten Rapid Prototyping- bzw. Rapid Manufacturing-Verfahren .....	110
A V:	Vergleichsmerkmale für den Einsatz von RFID- und Barcode- Namensschildern .....	116
A VI:	Allgemeine Geschäftsbedingungen Sauer & Sohn KG .....	118

## Anhang

### **A I: Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie**

Die durch die Maschinenrichtlinie erfassten Maschinen sind nicht mit dem im allgemeinen Sprachgebrauch verstandenen Begriff konform, sondern übersteigen diesen bei weitem. Artikel 1 Abs. 1 a-g listet alle von der Richtlinie erfassten Produkte auf, in Artikel 2 a-g werden sie anschließend erläutert.

Der in den Buchstaben a – f dieses Artikels verwendete Begriff der „Maschine“ wird zunächst im Artikel 2 a definiert und in Unterpunkte aufgeteilt:

#### **a) 1. alleine funktionsfähige Maschine:**

Gemäß Artikel 2a fällt eine Maschine unter die Anwendung der Maschinenrichtlinie, wenn sie über:

- miteinander verbundene Teile / Vorrichtungen,
- mindestens ein bewegliches Teil,
- und ein vorhandenes Antriebssystem (oder vorgesehenes) verfügt,
- das nicht unmittelbar durch menschliche oder tierische Kraft angetrieben wird
- und für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt wird.

#### **2. installationsfertige Maschine:**

Obige Definition ergänzend sind auch jene die „Basisdefinition“ erfüllende Maschinen, die erst am Einsatzort mit ihrer jeweiligen Energieversorgung (Strom, Druckluft, Hydraulik etc.) verbunden werden, als vollständige Maschinen (in Abgrenzung zur unvollständigen Maschine (siehe g)) zu betrachten. Ob die benötigten Anschlusselemente wie Kabel, Schläuche etc. im Lieferumfang des Maschinenherstellers vorhanden sind oder nicht, spielt hierbei keine Rolle.

#### **3. einbaufertige Maschinen für Beförderungsmittel**

Eine dritte ergänzende Maschinendefinition besagt, dass Maschinen (nach obiger Definition), die auf einem Beförderungsmittel befestigt werden müssen, ebenfalls als vollständige Maschinen gelten. Voraussetzung hierfür ist allerdings die Einbaufertigkeit. Das bedeutet, dass der Weiterverwender die Maschine lediglich nach Vorgaben des Herstellers auf dem Beförderungsmittel (z.B. Fahrzeug) montieren muss.

Beispiele hierfür wären Kippvorrichtungen auf LKW sowie Drehleitern auf Feuerwehrfahrzeugen.

#### **4. einbaufertige Maschinen für Gebäude/Bauwerke**

Maschinen, die als eigentliche Maschinen fertig sind und dafür vorgesehen sind, in einem Gebäude bzw. Bauwerk installiert zu werden, werden gemäß dieser dritten, die Basisdefinition erweiternde Definition, ebenfalls als vollständige Maschinen angesehen. Voraussetzung ist hierbei erneut die Einbaufertigkeit. Beispiele hierfür wären Heizungs- oder Lüftungsanlagen oder Pumpen.

#### **5. Maschinenanlagen**

Die Maschinenanlagen, in der Maschinenrichtlinie als „Gesamtheit von Maschinen“ definiert, bezieht sich auf Maschinen, die obigen Definitionen entsprechen sowie unvollständige Maschinen.

Gemäß dem „Interpretationspapier von Bund und Ländern zu Maschinenanlagen“, ist bezüglich der Anwendung der Maschinenrichtlinie auf die Gesamtheit von Maschinen von Bedeutung, dass

- Die Anlagenkomponenten sowohl räumlich als auch funktionstechnisch als eine Einheit anzusehen sind (beispielsweise die räumliche Anordnung verschiedener Maschinen zum Zweck der Herstellung einer Papierbahn).
- Zudem müssen sie sicherheitstechnisch als Gesamtheit funktionieren und über ein gemeinsames bzw. verknüpftes Steuerungssystem verfügen.

#### **6. handbetätigte Hebemaschinen**

Wie aus der Definition von a) (alleinfunktionsfähige) Maschinen hervorgeht, erfasst die Maschinenrichtlinie grundsätzlich nur „kraftbetriebene“ Maschinen, jedoch besteht in den handbetätigten Hebemaschinen eine Ausnahme.

Dazu muss es sich um eine

- Gesamtheit miteinander verbundener Teile handeln,
- von denen mindestens eines beweglich ist,
- eine Hebebewegung durchführt
- und allein durch die menschliche Kraft angetrieben wird.

Flaschenzüge, Wagenheber oder manuell angetriebene Hubwagen sind Beispiele hierfür.

Neben den obig aufgeführten Maschinen im engeren Sinne erweitert sich der Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie gemäß Artikel 1 Abs. 1 b – g auch auf andere Produkte bzw. Bauteile:

**b) auswechselbare Ausrüstungen**

Eine auswechselbare Ausrüstung ist eine

- an einer (Zug-)Maschine angebrachte Vorrichtung,
- die nach der Inbetriebnahme,
- durch den Bediener eigenhändig,
- zur Veränderung oder Erweiterung der Funktion angebracht wird,
- die kein Werkzeug ist.

**c) Sicherheitsbauteile**

Gemäß der Maschinenrichtlinie ist ein Bauteil ein Sicherheitsbauteil, wenn

- es der Gewährleistung einer Sicherheitsfunktion dient,
- es gesondert in den Verkehr gebracht wird,
- ein Ausfall/Fehlfunktion die Gefährdung der Sicherheit von Personen zur Folge hat,
- es für die Funktion der Maschine nicht erforderlich ist oder
- kann durch das für das Funktionieren der Maschine übliche Bauteil ersetzt werden.

Feuerlöschanlagen für Anlagen oder Schutzmäntel für Schlauchleitungen sind hier als Beispiele zu nennen.

**d) Lastaufnahmemittel**

MRL 2006/42/EG definiert das Lastaufnahmemittel als ein

- Bauteil oder Ausrüstungsteil, welches nicht zum Bauteil gehört,
- das Ergreifen der Last ermöglicht,
- gesondert in den Verkehr gebracht wird und
- an der Last oder
- zwischen Last und Maschine angebracht wird oder
- integrativer Bestandteil der Last ist.
- Oder aber ein Anschlagmittel oder Bestandteil dessen darstellt.

Gemäß Anhang I Nr. 4.1 werden sowohl Güter als auch Personen durch den Begriff „Last“ erfasst.

**e) Ketten, Seile, Gurte**

Die Maschinenrichtlinie wird nicht auf alle Ketten, Seile und Gurte angewendet. Vielmehr reduziert sie sich auf jene, die vom Hersteller entwickelt und hergestellt sind, um als Teil von Hebezeugen oder Lastaufnahmemitteln, Hebevorgänge durchzuführen.

Ein Hebevorgang wird nach Anhang I, Nr. 4.1.1 a als "*Vorgang der Beförderung von Einzellasten in Form von Gütern und/oder Personen unter Höhenverlagerung*" definiert.

Demnach sind Gurte von Förderbändern – beispielsweise ein Gepäckband am Flughafen – keine Gurte in diesem Sinne.

**f) Abnehmbare Gelenkwellen**

Auch die Gelenkwellen obliegen nicht grundsätzlich den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie. Eine Anwendung erstreckt sich lediglich auf jene, die folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Sie muss abnehmbar sein
- erfüllt den Zweck der Kraftübertragung zwischen einer Antriebs-/Zugmaschine und einer anderen Maschine
- sie verbindet die ersten Festlager beider Maschinen.

Gelenkwellen, die die Kriterien obiger Definition nicht erfüllen, da sie beispielsweise fest verbaut sind, können jedoch als unvollständige Maschinen durch die Maschinenrichtlinie erfasst werden.

**g) unvollständige Maschinen**

Ein Hauptanliegen der neuen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG war die Erfassung der teilweise fertigen Maschine in Abgrenzung zur in Artikel 2 a definierten alleine funktionsfähigen Maschine. Erstere war in der alten Richtlinie 98/37/EG nicht bedacht.

Eine Gesamtheit wird demnach als unvollständige Maschine bezeichnet, wenn sie

- fast eine Maschine bildet,



- alleine keine bestimmte Funktion erfüllen kann,
- dazu bestimmt ist, in eine Maschine/andere unvollständige Maschine/Ausrüstung verbaut oder mit ihnen zusammengefügt zu werden,
- dazu bestimmt ist, zusammen mit dieser/n eine Maschine im Sinne der Richtlinie zu bilden.

Um als vollständige Maschine zu gelten, fehlt den betrachteten unvollständigen Maschinen mindestens ein Teil, wie z.B. die Steuerung. In der Maschinenrichtlinie wird ein Antriebssystem als Beispiel einer unvollständigen Maschine genannt.

### **Ausnahmen der Maschinenrichtlinie**

Durch eine Maschinendefinition gemäß Artikel 2 a-g, die weit über den im allgemeinen Sprachgebrauch verwendeten Begriff „Maschine“ hinausgeht, soll ein möglichst weiter Anwendungsbereich der Richtlinie geschaffen und so ein freier Warenverkehr und ein hohes Sicherheitsniveau für viele Produkte geschaffen werden.

Allerdings sollen nicht alle Produkte, die unter die Maschinendefinition fallen, von den Maßgaben der Maschinenrichtlinie erfasst werden, weswegen in Artikel 1 Abs. 2 der MRL einige Ausnahmen aufgeführt werden:

#### **a) Sicherheitsbauteile als Ersatzteile**

*„Sicherheitsbauteile, die als Ersatzteile zur Ersetzung identischer Bauteile bestimmt sind und die vom Hersteller der Ursprungsmaschine geliefert werden“*

(Artikel 1 Abs. 2 a MRL 2006/42/EG).

Entscheidend hierbei ist das zeitgleiche Inverkehrbringen mit der Maschine. Diese Ausnahme soll die Einführung von Sicherheitsbauteilen im Ersatzteilgeschäft erleichtern und ein von der Maschine gesondertes Konformitäts-bewertungsverfahren erübrigen.

Im Falle eines nachträglichen Inverkehrbringens jener Sicherheitsbauteile greift Artikel 1 Abs.1 c der Maschinenrichtlinie (siehe oben).

#### **b) Jahrmarkts- und Vergnügungsparksgeräte**

*„Spezielle Einrichtungen für die Verwendung auf Jahrmärkten und in Vergnügungsparks“*

(Artikel 1 Abs. 2 b MRL 2006/42/EG).

Auf europäischer Ebene ist das Inverkehrbringen dieser speziellen Geräte nicht harmonisiert. Es gelten nationale Bestimmungen.

**c) Maschinen für nukleare Verwendung**

*„Speziell für eine nukleare Verwendung konstruierte oder eingesetzte Maschinen, deren Ausfall zu einer Emission von Radioaktivität führen kann“*

(Artikel 1 Abs. 2 c MRL 2006/42/EG).

Für diese Maschinen gelten spezielle Regelungen der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM). Diese steht als eigenständige Organisation rechtlich neben der Europäischen Union.

Die Ausnahme bezieht sich jedoch nicht auf alle im nukleartechnischen Bereich eingesetzten Maschinen, sondern lediglich auf jene, deren Ausfall zur einer Freisetzung von radioaktivem Material führen kann.

**d) Waffen**

*„Waffen einschließlich Feuerwaffen“* (Artikel 1 Abs. 2 d MRL 2006/42/EG).

**e) Beförderungsmittel**

- *„Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen [...]“*
- *„Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger [...]“*
- *„Fahrzeuge im Sinne der Richtlinie 2002/24/EG [...] über die Typgenehmigung für zweirädrige oder dreirädrige Kraftfahrzeuge“*
- *„ausschließlich für sportliche Wettbewerbe bestimmte Kraftfahrzeuge“*
- *„Beförderungsmittel für die Beförderung in der Luft, auf dem Wasser und auf Schienennetzen [...]“*

(Artikel 1 Abs. 2 e MRL 2006/42/EG).

Da obig aufgeführte Fahrzeuge bereits einer spezielleren europäischen Inverkehrsbringungsregelung unterliegen, bedarf es keiner Anwendung der MRL. Von der diesen Ausnahmen ausgeschlossen sind hingegen auf obigen Fahrzeugen angebrachte Maschinen.

**f) Seeschiffe/Offshoreanlagen**

*„Seeschiffe und bewegliche Offshore-Anlagen sowie Maschinen, die auf solchen Schiffen und/oder in solchen Anlagen installiert sind“*

(Artikel 1 Abs. 2 f MRL 2006/42/EG).

**g) Maschinen für Militärische Zwecke/öffentliche Ordnung**

*„Maschinen, die speziell für militärische Zwecke oder zur Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung konstruiert und gebaut wurden“*

(Artikel 1 Abs. 2 g MRL 2006/42/EG).

Herbei steht häufig der Verwendungszweck der Maschinen den Schutzzielen der Maschinenrichtlinie entgegen. So kann bei Angriffswaffen der Schutz von Personen nicht gewährleistet werden, da diese eine gegenteilige Bestimmung besitzen.

**h) Forschungsmaschinen/Labormaschinen**

*„Maschinen, die speziell für Forschungszwecke konstruiert und gebaut wurden und zur vorübergehenden Verwendung in Laboratorien bestimmt sind“*

(Artikel 1 Abs. 2 g MRL 2006/42/EG).

**i) Schachtförderanlagen**

**j) Bühnenmaschinen**

**k) Niederspannungsgeräte**

*„elektrische und elektronische Erzeugnisse folgender Arten [...]:*

- *für den häuslichen Gebrauch bestimmte Haushaltsgeräte,*
- *Audio- und Videogeräte*
- *informationstechnische Geräte,*
- *gewöhnliche Büromaschinen,*
- *Niederspannungsschaltgeräte und -steuergeräte,*
- *Elektromotoren;*

(Artikel 1 Abs. 2 k MRL 2006/42/EG).

**l) Hochspannungsausrüstungen**

## **A II: Auszüge aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zu Inverkehrbringungspflichten von Maschinen**

### **1.3. SCHUTZMASSNAHMEN GEGEN MECHANISCHE GEFÄHRDUNGEN**

#### **1.3.1. *Risiko des Verlusts der Standsicherheit***

Die Maschine, ihre Bestandteile und ihre Ausrüstungsteile müssen ausreichend standsicher sein, um ein Umstürzen oder Herabfallen oder eine unkontrollierte Lageveränderung beim Transport, der Montage und der Demontage sowie jeder anderer Betätigung an der Maschine zu vermeiden.

Kann aufgrund der Form oder der vorgesehenen Installation der Maschine keine ausreichende Standsicherheit gewährleistet werden, müssen geeignete Befestigungsmittel vorgesehen und in der Betriebsanleitung angegeben werden.

#### **1.3.2. *Bruchrisiko beim Betrieb***

Die verschiedenen Teile der Maschine und ihre Verbindungen untereinander müssen den bei der Verwendung der Maschine auftretenden Belastungen standhalten.

Die verwendeten Materialien müssen – entsprechend der vom Hersteller oder seinem Bevollmächtigten vorgesehenen Arbeitsumgebung der Maschine – eine geeignete Festigkeit und Beständigkeit insbesondere in Bezug auf Ermüdung, Alterung, Korrosion und Verschleiß aufweisen.

In der Betriebsanleitung ist anzugeben, welche Inspektionen und Wartungsarbeiten in welchen Abständen aus Sicherheitsgründen durchzuführen sind. Erforderlichenfalls ist anzugeben, welche Teile dem Verschleiß unterliegen und nach welchen Kriterien sie auszutauschen sind.

Wenn trotz der ergriffenen Maßnahmen das Risiko des Berstens oder des Bruchs von Teilen weiter besteht, müssen die betreffenden Teile so montiert, angeordnet und/oder gesichert sein, dass Bruchstücke zurückgehalten werden und keine Gefährdungssituationen entstehen.

Starre oder elastische Leitungen, die Fluide – insbesondere unter hohem Druck – führen, müssen den vorgesehenen inneren und äußeren Belastungen standhalten; sie müssen sicher befestigt und/oder geschützt sein, so dass ein Bruch kein Risiko darstellt.

Bei automatischer Zuführung des Werkstücks zum Werkzeug müssen folgende Bedingungen erfüllt sein, um Risiken für Personen zu vermeiden:

- Bei Berührung zwischen Werkzeug und Werkstück muss das Werkzeug seine normalen Arbeitsbedingungen erreicht haben.
- Wird das Werkzeug (absichtlich oder unabsichtlich) in Bewegung gesetzt und/oder angehalten, so müssen Zuführbewegung und Werkzeugbewegung aufeinander abgestimmt sein.

#### **1.3.3. *Risiken durch herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände***

Es sind Vorkehrungen zu treffen, um das Herabfallen oder das Herausschleudern von Gegenständen zu vermeiden, von denen ein Risiko ausgehen kann.

#### 1.3.4. **Risiken durch Oberflächen, Kanten und Ecken**

Zugängliche Maschinenteile dürfen, soweit ihre Funktion es zulässt, keine scharfen Ecken und Kanten und keine rauen Oberflächen aufweisen, die zu Verletzungen führen können.

#### 1.3.5. **Risiken durch mehrfach kombinierte Maschinen**

Kann die Maschine mehrere unterschiedliche Arbeitsgänge ausführen, wobei zwischen den einzelnen Arbeitsgängen das Werkstück von Hand entnommen wird (mehrfach kombinierte Maschine), so muss sie so konstruiert und gebaut sein, dass jedes Teilsystem auch einzeln betrieben werden kann, ohne dass die übrigen Teilsysteme für gefährdete Personen ein Risiko darstellen.

Dazu muss jedes Teilsystem, sofern es nicht gesichert ist, einzeln in Gang gesetzt und stillgesetzt werden können.

#### 1.3.6. **Risiken durch Änderung der Verwendungsbedingungen**

Können mit der Maschine Arbeiten in verschiedenen Verwendungsbedingungen ausgeführt werden, so muss sie so konstruiert und gebaut sein, dass diese Verwendungsbedingungen gefahrlos und zuverlässig gewählt und eingestellt werden können.

#### 1.3.7. **Risiken durch bewegliche Teile**

Die beweglichen Teile der Maschine müssen so konstruiert und gebaut sein, dass Unfallrisiken durch Berührung dieser Teile verhindert sind; falls Risiken dennoch bestehen, müssen die beweglichen Teile mit trennenden oder nichttrennenden Schutzeinrichtungen ausgestattet sein.

Es müssen alle erforderlichen Vorkehrungen getroffen werden, um ein ungewolltes Blockieren der beweglichen Arbeitselemente zu verhindern. Kann es trotz dieser Vorkehrungen zu einer Blockierung kommen, so müssen gegebenenfalls die erforderlichen speziellen Schutzeinrichtungen und das erforderliche Spezialwerkzeug mitgeliefert werden, damit sich die Blockierung gefahrlos lösen lässt.

Auf die speziellen Schutzeinrichtungen und deren Verwendung ist in der Betriebsanleitung und nach Möglichkeit auf der Maschine selbst hinzuweisen.

#### 1.3.8. **Wahl der Schutzeinrichtungen gegen Risiken durch bewegliche Teile**

Die für den Schutz gegen Risiken durch bewegliche Teile verwendeten Schutzeinrichtungen sind entsprechend der jeweiligen Risikoart zu wählen. Die Wahl ist unter Beachtung der nachstehenden Leitlinien zu treffen.

##### 1.3.8.1. **Bewegliche Teile der Kraftübertragung**

Zum Schutz von Personen gegen Gefährdungen durch bewegliche Teile der Kraftübertragung sind zu verwenden:

- feststehende trennende Schutzeinrichtungen gemäß Nummer 1.4.2.1 oder
- bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung gemäß Nummer 1.4.2.2. Die letztgenannte Lösung ist zu wählen, wenn häufige Eingriffe vorgesehen sind.

##### 1.3.8.2. **Bewegliche Teile, die am Arbeitsprozess beteiligt sind**

Zum Schutz von Personen gegen Gefährdungen durch bewegliche Teile, die am Arbeitsprozess beteiligt sind, sind zu verwenden:

- feststehende trennende Schutzeinrichtungen gemäß Nummer 1.4.2.1 oder
- bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung gemäß Nummer 1.4.2.2 oder

- nichttrennende Schutzeinrichtungen gemäß Nummer 1.4.3 oder
- eine Kombination dieser Lösungen.

Können jedoch bestimmte direkt am Arbeitsprozess beteiligte bewegliche Teile während ihres Betriebes aufgrund von Arbeiten, die das Eingreifen des Bedienungspersonals erfordern, nicht vollständig unzugänglichgemacht werden, so müssen diese Teile versehen sein mit

- feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen oder beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen mit Verriegelung, die die für den Arbeitsgang nicht benutzten Teile unzugänglich machen, und
- verstellbaren trennenden Schutzeinrichtungen gemäß Nummer 1.4.2.3, die den Zugang zu den beweglichen Teilen auf die Abschnitte beschränken, zu denen ein Zugang erforderlich ist.

#### 1.3.9. **Risiko unkontrollierter Bewegungen**

Es muss verhindert werden, dass sich aus gleich welcher Ursache ein stillgesetztes Maschinenteil ohne Betätigung der Stellteile aus seiner Ruhestellung bewegt, oder diese Bewegung darf keine Gefährdung darstellen.

### 1.4. ANFORDERUNGEN AN SCHUTZEINRICHTUNGEN

#### 1.4.1. **Allgemeine Anforderungen**

Trennende und nichttrennende Schutzeinrichtungen

- müssen stabil gebaut sein,
- müssen sicher in Position gehalten werden,
- dürfen keine zusätzlichen Gefährdungen verursachen,
- dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können,
- müssen ausreichend Abstand zum Gefahrenbereich haben,
- dürfen die Beobachtung des Arbeitsvorgangs nicht mehr als unvermeidbar einschränken

und

- müssen die für das Einsetzen und/oder den Wechsel der Werkzeuge und zu Wartungszwecken erforderlichen Eingriffe möglichst ohne Abnahme oder Außerbetriebnahme der Schutzeinrichtungen zulassen, wobei der Zugang ausschließlich auf den für die Arbeit notwendigen Bereich beschränkt sein muss.

Ferner müssen trennende Schutzeinrichtungen nach Möglichkeit vor einem Herausschleudern oder Herabfallen von Werkstoffen und Gegenständen sowie vor den von der Maschine verursachten Emissionen schützen.

#### 1.4.2. **Besondere Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen**

##### 1.4.2.1. **Feststehende trennende Schutzeinrichtungen**

Die Befestigungen feststehender trennender Schutzeinrichtungen dürfen sich nur mit Werkzeugen lösen oder abnehmen lassen.

Die Befestigungsmittel müssen nach dem Abnehmen der Schutzeinrichtungen mit den Schutzeinrichtungen oder mit der Maschine verbunden bleiben.

Soweit möglich dürfen trennende Schutzeinrichtungen nach Lösen der Befestigungsmittel nicht in der Schutzstellung verbleiben.

#### 1.4.2.2. **Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung**

Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung müssen

- soweit möglich, mit der Maschine verbunden bleiben, wenn sie geöffnet sind,
- so konstruiert und gebaut sein, dass sie nur durch eine absichtliche Handlung eingestellt werden können.

Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung müssen mit einer Verriegelungseinrichtung verbunden sein,

- die das Ingangsetzen der gefährlichen Maschinenfunktionen verhindert, bis die Schutzeinrichtung geschlossen ist, und
- die einen Befehl zum Stillsetzen auslöst, wenn die Schutzeinrichtungen nicht mehr geschlossen sind.

Besteht die Möglichkeit, dass das Bedienungspersonal den Gefahrenbereich erreicht, bevor die durch die gefährlichen Maschinenfunktionen verursachten Risiken nicht mehr bestehen, so müssen bewegliche trennende Schutzeinrichtungen zusätzlich zu der Verriegelungseinrichtung mit einer Zuhaltung ausgerüstet sein,

- die das Ingangsetzen der gefährlichen Maschinenfunktionen verhindert, bis die Schutzeinrichtung geschlossen und verriegelt ist, und
- die die Schutzeinrichtung in geschlossener und verriegelter Stellung hält, bis das Risiko von Verletzungen aufgrund gefährlicher Funktionen der Maschine nicht mehr besteht.

Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung müssen so konstruiert sein, dass bei Fehlen oder Störung eines ihrer Bestandteile das Ingangsetzen gefährlicher Maschinenfunktionen verhindert wird oder diese stillgesetzt werden.

#### 1.4.2.3. **Zugangsbeschränkende verstellbare Schutzeinrichtungen**

Verstellbare Schutzeinrichtungen, die den Zugang auf die für die Arbeit unbedingt notwendigen beweglichen Teile beschränken, müssen

- je nach Art der Arbeit manuell oder automatisch verstellbar sein und
- leicht und ohne Werkzeug verstellt werden können.

#### 1.4.3. **Besondere Anforderungen an nichttrennende Schutzeinrichtungen**

Nichttrennende Schutzeinrichtungen müssen so konstruiert und in die Steuerung der Maschine integriert sein, dass

- die beweglichen Teile nicht in Gang gesetzt werden können, solange sie vom Bedienungspersonal erreicht werden können,
- Personen die beweglichen Teile nicht erreichen können, solange diese Teile in Bewegung sind, und
- bei Fehlen oder Störung eines ihrer Bestandteile das Ingangsetzen der beweglichen Teile verhindert wird oder die beweglichen Teile stillgesetzt werden.

Ihre Einstellung darf nur durch eine absichtliche Handlung möglich sein.

## 1.7. INFORMATIONEN

### 1.7.1. **Informationen und Warnhinweise an der Maschine**

Informationen und Warnhinweise an der Maschine sollten vorzugsweise in Form leicht verständlicher Symbole oder Piktogramme gegeben werden. Alle schriftlichen oder verbalen Informationen und Warnhinweise müssen in der bzw. den Amtssprachen der Gemeinschaft abgefasst sein, die gemäß dem Vertrag von dem Mitgliedstaat, in dem die Maschinen in den Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen wird, bestimmt werden kann bzw. können, und auf Verlangen können sie zusätzlich auch in jeder anderen vom Bedienungspersonal verstandenen Amtssprache bzw. Amtssprachen der Gemeinschaft abgefasst sein.

#### 1.7.1.1. **Informationen und Informationseinrichtungen**

Die für die Bedienung einer Maschine erforderlichen Informationen müssen eindeutig und leicht verständlich sein. Dabei ist darauf zu achten, dass das Bedienungspersonal nicht mit Informationen überlastet wird.

Optische Anzeigeeinrichtungen oder andere interaktive Mittel für die Kommunikation zwischen dem Bedienungspersonal und der Maschine müssen leicht zu verstehen sein und leicht zu benutzen sein.

#### 1.7.1.2. **Warneinrichtungen**

Wenn Sicherheit und Gesundheit der gefährdeten Personen durch Funktionsstörungen einer Maschine, deren Betrieb nicht überwacht wird, beeinträchtigt werden können, muss die Maschine mit einer entsprechenden akustischen oder optischen Warnvorrichtung versehen sein.

Ist die Maschine mit Warneinrichtungen ausgestattet, so müssen deren Signale eindeutig zu verstehen und leicht wahrnehmbar sein. Das Bedienungspersonal muss über Möglichkeiten verfügen, um die ständige Funktionsbereitschaft dieser Warneinrichtungen zu überprüfen.

Die Vorschriften der speziellen Gemeinschaftsrichtlinien über Sicherheitsfarben und -zeichen sind anzuwenden.

### 1.7.2. **Warnung vor Restrisiken**

Bestehen trotz der Maßnahmen zur Integration der Sicherheit bei der Konstruktion, trotz der Sicherheitsvorkehrungen und trotz der ergänzenden Schutzmaßnahmen weiterhin Risiken, so sind die erforderlichen Warnhinweise, einschließlich Warneinrichtungen, vorzusehen.

### 1.7.3. **Kennzeichnung der Maschinen**

Auf jeder Maschine müssen mindestens folgende Angaben erkennbar, deutlich lesbar und dauerhaft angebracht sein:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten,
- Bezeichnung der Maschine,
- CE-Kennzeichnung (siehe Anhang III),
- Baureihen- oder Typbezeichnung,
- gegebenenfalls Seriennummer,
- Baujahr, d. h. das Jahr, in dem der Herstellungsprozess abgeschlossen wurde.

Es ist untersagt, bei der Anbringung der CE-Kennzeichnung das Baujahr der Maschine vor- oder nachzutätieren.



Ist die Maschine für den Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung konstruiert und gebaut, muss sie einen entsprechenden Hinweis tragen.

Je nach Beschaffenheit müssen auf der Maschine ebenfalls alle für die Sicherheit bei der Verwendung wesentlichen Hinweise angebracht sein. Diese Hinweise unterliegen den Anforderungen der Nummer 1.7.1.

Muss ein Maschinenteil während der Benutzung mit Hebezeugen gehandhabt werden, so ist sein Gewicht leserlich, dauerhaft und eindeutig anzugeben.

#### **1.7.4. Betriebsanleitung**

Jeder Maschine muss eine Betriebsanleitung in der oder den Amtssprachen der Gemeinschaft des Mitgliedstaats beiliegen, in dem die Maschine in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen wird.

Die der Maschine beiliegende Betriebsanleitung muss eine „Originalbetriebsanleitung“ oder eine „Übersetzung der Originalbetriebsanleitung“ sein; im letzteren Fall ist der Übersetzung die Originalbetriebsanleitung beizufügen.

Abweichend von den vorstehenden Bestimmungen kann die Wartungsanleitung, die zur Verwendung durch vom Hersteller oder von seinem Bevollmächtigten beauftragtes Fachpersonal bestimmt ist, in nur einer Sprache der Gemeinschaft abgefasst werden, die von diesem Fachpersonal verstanden wird.

Die Betriebsanleitung ist nach den im Folgenden genannten Grundsätzen abzufassen.

##### **1.7.4.1. Allgemeine Grundsätze für die Abfassung der Betriebsanleitung**

a) Die Betriebsanleitung muss in einer oder mehreren Amtssprachen der Gemeinschaft abgefasst sein. Die Sprachfassungen, für die der Hersteller oder sein Bevollmächtigter die Verantwortung übernimmt, müssen mit dem Vermerk „Originalbetriebsanleitung“ versehen sein.

b) Ist keine Originalbetriebsanleitung in der bzw. den Amtssprachen des Verwendungslandes vorhanden, hat der Hersteller oder sein Bevollmächtigter oder derjenige, der die Maschine in das betreffende Sprachgebiet einführt, für eine Übersetzung in diese Sprache(n) zu sorgen. Diese Übersetzung ist mit dem Vermerk „Übersetzung der Originalbetriebsanleitung“ zu kennzeichnen.

c) Der Inhalt der Betriebsanleitung muss nicht nur die bestimmungsgemäße Verwendung der betreffenden Maschine berücksichtigen, sondern auch jede vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung der Maschine.

d) Bei der Abfassung und Gestaltung der Betriebsanleitung für Maschinen, die zur Verwendung durch Verbraucher bestimmt sind, muss dem allgemeinen Wissensstand und der Verständnissfähigkeit Rechnung getragen werden, die vernünftigerweise von solchen Benutzern erwartet werden können.

##### **1.7.4.2. Inhalt der Betriebsanleitung**

Jede Betriebsanleitung muss erforderlichenfalls folgende Mindestangaben enthalten:

- a) Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers und seines Bevollmächtigten;
- b) Bezeichnung der Maschine entsprechend der Angabe auf der Maschine selbst, ausgenommen die Seriennummer (siehe Nummer 1.7.3);

- c) die EG-Konformitätserklärung oder ein Dokument, das die EG-Konformitätserklärung inhaltlich wiedergibt und Einzelangaben der Maschine enthält, das aber nicht zwangsläufig auch die Seriennummer und die Unterschrift enthalten muss;
- d) eine allgemeine Beschreibung der Maschine;
- e) die für Verwendung, Wartung und Instandsetzung der Maschine und zur Überprüfung ihres ordnungsgemäßen Funktionierens erforderlichen Zeichnungen, Schaltpläne, Beschreibungen und Erläuterungen;
- f) eine Beschreibung des Arbeitsplatzes bzw. der Arbeitsplätze, die voraussichtlich vom Bedienungspersonal eingenommen werden;
- g) eine Beschreibung der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine;
- h) Warnhinweise in Bezug auf Fehlanwendungen der Maschine, zu denen es erfahrungsgemäß kommen kann;
- i) Anleitungen zur Montage, zum Aufbau und zum Anschluss der Maschine, einschließlich der Zeichnungen, Schaltpläne und der Befestigungen, sowie Angabe des Maschinengestells oder der Anlage, auf das bzw. in die die Maschine montiert werden soll;
- j) Installations- und Montagevorschriften zur Verminderung von Lärm und Vibrationen;
- k) Hinweise zur Inbetriebnahme und zum Betrieb der Maschine sowie erforderlichenfalls Hinweise zur Ausbildung bzw. Einarbeitung des Bedienungspersonals;
- l) Angaben zu Restrisiken, die trotz der Maßnahmen zur Integration der Sicherheit bei der Konstruktion, trotz der Sicherheitsvorkehrungen und trotz der ergänzenden Schutzmaßnahmen noch verbleiben;
- m) Anleitung für die vom Benutzer zu treffenden Schutzmaßnahmen, gegebenenfalls einschließlich der bereitzustellenden persönlichen Schutzausrüstung;
- n) die wesentlichen Merkmale der Werkzeuge, die an der Maschine angebracht werden können;
- o) Bedingungen, unter denen die Maschine die Anforderungen an die Standsicherheit beim Betrieb, beim Transport, bei der Montage, bei der Demontage, wenn sie außer Betrieb ist, bei Prüfungen sowie bei vorhersehbaren Störungen erfüllt;
- p) Sicherheitshinweise zum Transport, zur Handhabung und zur Lagerung, mit Angabe des Gewichts der Maschine und ihrer verschiedenen Bauteile, falls sie regelmäßig getrennt transportiert werden müssen;
- q) bei Unfällen oder Störungen erforderliches Vorgehen; falls es zu einer Blockierung kommen kann, ist in der Betriebsanleitung anzugeben, wie zum gefahrlosen Lösen der Blockierung vorzugehen ist;
- r) Beschreibung der vom Benutzer durchzuführenden Einrichtungs- und Wartungsarbeiten sowie der zu treffenden vorbeugenden Wartungsmaßnahmen;
- s) Anweisungen zum sicheren Einrichten und Warten einschließlich der dabei zu treffenden Schutzmaßnahmen;
- t) Spezifikationen der zu verwendenden Ersatzteile, wenn diese sich auf die Sicherheit und Gesundheit des Bedienungspersonals auswirken;

[...]

#### 1.7.4.3. Verkaufsprospekte

Verkaufsprospekte, in denen die Maschine beschrieben wird, dürfen in Bezug auf die Sicherheits- und Gesundheitsschutzaspekte nicht der Betriebsanleitung widersprechen. Verkaufsprospekte, in denen die Leistungsmerkmale der Maschine beschrieben werden, müssen die gleichen Angaben zu Emissionen enthalten wie die Betriebsanleitung.

#### A. EG-KONFORMITÄTSERKLÄRUNG FÜR EINE MASCHINE

Für die Abfassung dieser Erklärung sowie der Übersetzungen gelten die gleichen Bedingungen wie für die Betriebsanleitung (siehe Anhang I Nummer 1.7.4.1 Buchstaben a und b); sie ist entweder maschinenschriftlich oder ansonsten handschriftlich in Großbuchstaben auszustellen.

Diese Erklärung bezieht sich nur auf die Maschine in dem Zustand, in dem sie in Verkehr gebracht wurde; vom Endnutzer nachträglich angebrachte Teile und/oder nachträglich vorgenommene Eingriffe bleiben unberücksichtigt.

Die EG-Konformitätserklärung muss folgende Angaben enthalten:

1. Firmenbezeichnung und vollständige Anschrift des Herstellers und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten;
2. Name und Anschrift der Person, die bevollmächtigt ist, die technischen Unterlagen zusammenzustellen; diese Person muss in der Gemeinschaft ansässig sein;
3. Beschreibung und Identifizierung der Maschine, einschließlich allgemeiner Bezeichnung, Funktion, Modell, Typ, Seriennummer und Handelsbezeichnung;
4. einen Satz, in dem ausdrücklich erklärt wird, dass die Maschine allen einschlägigen Bestimmungen dieser Richtlinie entspricht, und gegebenenfalls einen ähnlichen Satz, in dem die Übereinstimmung mit anderen Richtlinien und/oder einschlägigen Bestimmungen, denen die Maschine entspricht, erklärt wird. Anzugeben sind die Referenzen laut Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union*;
5. gegebenenfalls Name, Anschrift und Kennnummer der benannten Stelle, die das in Anhang IX genannte EG-Baumusterprüfverfahren durchgeführt hat, sowie die Nummer der EG-Baumusterprüfbescheinigung;
6. gegebenenfalls Name, Anschrift und Kennnummer der benannten Stelle, die das in Anhang X genannte umfassende Qualitätssicherungssystem genehmigt hat;
7. gegebenenfalls die Fundstellen der angewandten harmonisierten Normen nach Artikel 7 Absatz 2;
8. gegebenenfalls die Fundstellen der angewandten sonstigen technischen Normen und Spezifikationen;
9. Ort und Datum der Erklärung;
10. Angaben zur Person, die zur Ausstellung dieser Erklärung im Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten bevollmächtigt ist, sowie Unterschrift dieser Person.

#### B. ERKLÄRUNG FÜR DEN EINBAU EINER UNVOLLSTÄNDIGEN MASCHINE

Für die Abfassung dieser Erklärung sowie der Übersetzungen gelten die gleichen Bedingungen wie für die Betriebsanleitung (siehe Anhang I Nummer 1.7.4.1 Buchstaben a und b); sie ist entweder maschinenschriftlich oder ansonsten handschriftlich in Großbuchstaben auszustellen.

Diese Erklärung muss folgende Angaben enthalten:

1. Firmenbezeichnung und vollständige Anschrift des Herstellers der unvollständigen Maschine und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten;
2. Name und Anschrift der Person, die bevollmächtigt ist, die relevanten technischen Unterlagen zusammenzustellen; diese Person muss in der Gemeinschaft ansässig sein;
3. Beschreibung und Identifizierung der unvollständigen Maschine, einschließlich allgemeiner Bezeichnung, Funktion, Modell, Typ, Seriennummer und Handelsbezeichnung;
4. eine Erklärung, welche grundlegenden Anforderungen dieser Richtlinie zur Anwendung kommen und eingehalten werden, ferner eine Erklärung, dass die speziellen technischen Unterlagen gemäß Anhang VII Teil B erstellt wurden, sowie gegebenenfalls eine Erklärung, dass die unvollständige Maschine anderen einschlägigen Richtlinien entspricht. Anzugeben sind die Referenzen laut Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union*;
5. die Verpflichtung, einzelstaatlichen Stellen auf begründetes Verlangen die speziellen Unterlagen zu der unvollständigen Maschine zu übermitteln. In dieser Verpflichtung ist auch anzugeben, wie die Unterlagen übermittelt werden; die gewerblichen Schutzrechte des Herstellers der unvollständigen Maschine bleiben hiervon unberührt;
6. einen Hinweis, dass die unvollständige Maschine erst dann in Betrieb genommen werden darf, wenn gegebenenfalls festgestellt wurde, dass die Maschine, in die die unvollständige Maschine eingebaut werden soll, den Bestimmungen dieser Richtlinie entspricht;
7. Ort und Datum der Erklärung;
8. Angaben zur Person, die zur Ausstellung dieser Erklärung im Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten bevollmächtigt ist, sowie Unterschrift dieser Person.

## 2. AUFBEWAHRUNGSFRIST

Der Hersteller einer Maschine oder sein Bevollmächtigter hat das Original der EG-Konformitätserklärung nach dem letzten Tag der Herstellung der Maschine mindestens zehn Jahre lang aufzubewahren. Der Hersteller einer unvollständigen Maschine oder sein Bevollmächtigter hat das Original der Einbauerklärung nach dem letzten Tag der Herstellung der unvollständigen Maschine mindestens zehn Jahre lang aufzubewahren.

### Technische Unterlagen

#### A. Technische Unterlagen für Maschinen

In diesem Teil wird das Verfahren für die Erstellung der technischen Unterlagen beschrieben. Anhand der technischen Unterlagen muss es möglich sein, die Übereinstimmung der Maschine mit den Anforderungen dieser Richtlinie zu beurteilen. Sie müssen sich, soweit es für diese Beurteilung erforderlich ist, auf die Konstruktion, den Bau und die Funktionsweise der Maschine erstrecken. Diese Unterlagen müssen in einer oder mehreren Gemeinschaftssprachen abgefasst sein; hiervon ausgenommen ist die Betriebsanleitung der Maschine, für die die besonderen Bestimmungen des Anhangs I Nummer 1.7.4.1 gelten.

1. Die technischen Unterlagen umfassen:

a) eine technische Dokumentation mit folgenden Angaben bzw. Unterlagen:

- eine allgemeine Beschreibung der Maschine,
- eine Übersichtszeichnung der Maschine und die Schaltpläne der Steuerkreise sowie Beschreibungen und Erläuterungen, die zum Verständnis der Funktionsweise der Maschine erforderlich sind,
- vollständige Detailzeichnungen, eventuell mit Berechnungen, Versuchsergebnissen,

Bescheinigungen usw., die für die Überprüfung der Übereinstimmung der Maschine mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erforderlich sind,

- die Unterlagen über die 1 Risikobeurteilung, aus denen hervorgeht, welches Verfahren angewandt wurde; dies schließt ein:

- i) eine Liste der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, die für die Maschine gelten,

- ii) eine Beschreibung der zur Abwendung ermittelter Gefährdungen oder zur Risikominderung ergriffenen Schutzmaßnahmen und gegebenenfalls eine Angabe der von der Maschine ausgehenden Restrisiken,

- die angewandten Normen und sonstigen technischen Spezifikationen unter Angabe der von diesen Normen erfassten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen,

- alle technischen Berichte mit den Ergebnissen der Prüfungen, die vom Hersteller selbst oder von einer Stelle nach Wahl des Herstellers oder seines Bevollmächtigten durchgeführt wurden,

- ein Exemplar der Betriebsanleitung der Maschine,

- gegebenenfalls die Einbauerklärung für unvollständige Maschinen und die Montageanleitung für solche unvollständigen Maschinen,

- gegebenenfalls eine Kopie der EG-Konformitätserklärung für in die Maschine eingebaute andere Maschinen oder Produkte,

- eine Kopie der EG-Konformitätserklärung;

b) bei Serienfertigung eine Aufstellung der intern getroffenen Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung aller gefertigten Maschinen mit den Bestimmungen dieser Richtlinie.

Der Hersteller muss an den Bau- und Zubehöerteilen der Maschine oder an der vollständigen Maschine die Prüfungen und Versuche durchführen, die notwendig sind, um festzustellen, ob die Maschine aufgrund ihrer Konzeption oder Bauart sicher zusammengebaut und in Betrieb genommen werden kann. Die diesbezüglichen Berichte und Ergebnisse werden zu den technischen Unterlagen genommen.

2. Die in Nummer 1 genannten technischen Unterlagen sind für die zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten nach dem Tag der Herstellung der Maschine – bzw. bei Serienfertigung nach dem Tag der Fertigstellung der letzten Einheit – mindestens zehn Jahre lang bereitzuhalten.

Die technischen Unterlagen müssen sich nicht unbedingt im Gebiet der Gemeinschaft befinden und auch nicht ständig körperlich vorhanden sein. Sie müssen jedoch von der in der EG-Konformitätserklärung benannten Person entsprechend der Komplexität der Unterlagen innerhalb angemessener Frist zusammengestellt und zur Verfügung gestellt werden können.

Die technischen Unterlagen brauchen keine Detailpläne oder sonstigen speziellen Angaben zu den für den Bau der Maschine verwendeten Unterbaugruppen zu enthalten, es sei denn, deren Kenntnis ist für die Überprüfung der Einhaltung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen unerlässlich.

3. Werden die technischen Unterlagen den zuständigen einzelstaatlichen Behörden auf begründetes Verlangen nicht vorgelegt, so kann dies ein hinreichender Grund sein, um die

Übereinstimmung der betreffenden Maschine mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen anzuzweifeln.

### **EG-Baumusterprüfung**

Die EG-Baumusterprüfung ist das Verfahren, bei dem eine benannte Stelle feststellt und bescheinigt, dass ein repräsentatives Muster einer in Anhang IV genannten Maschine (im Folgenden als „Baumuster“ bezeichnet) die Bestimmungen dieser Richtlinie erfüllt.

1. Für jedes Baumuster erstellt der Hersteller oder sein Bevollmächtigter die in Anhang VII Teil A genannten technischen Unterlagen.

2. Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter reicht bei einer benannten Stelle seiner Wahl für jedes Baumuster einen Antrag auf EG-Baumusterprüfung ein.

Der Antrag muss Folgendes enthalten:

- Namen und Anschrift des Herstellers und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten,
- eine schriftliche Erklärung, dass derselbe Antrag bei keiner anderen benannten Stelle eingereicht worden ist,
- die technischen Unterlagen.

Außerdem stellt der Antragsteller der benannten Stelle ein Baumuster zur Verfügung. Die benannte Stelle kann weitere Baumuster verlangen, wenn sie diese für die Durchführung des Prüfungsprogramms benötigt.

3. Die benannte Stelle

3.1. prüft die technischen Unterlagen, überprüft, ob das Baumuster in Übereinstimmung mit ihnen hergestellt wurde, und stellt fest, welche Bauteile nach den einschlägigen Bestimmungen der in Artikel 7 Absatz 2 genannten Normen konstruiert sind und welche nicht;

3.2. führt die erforderlichen Prüfungen, Messungen und Versuche durch oder lässt sie durchführen, um festzustellen, ob die gewählten Lösungen die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen dieser Richtlinie erfüllen, sofern die in Artikel 7 Absatz 2 genannten Normen nicht angewandt wurden;

3.3. führt im Falle der Anwendung harmonisierter Normen nach Artikel 7 Absatz 2 die erforderlichen Prüfungen, Messungen und Versuche durch oder lässt sie durchführen, um festzustellen, ob diese Normen korrekt angewandt wurden;

3.4. vereinbart mit dem Antragsteller den Ort, an dem die Untersuchung, ob das Baumuster nach den geprüften technischen Unterlagen hergestellt wurde, sowie die erforderlichen Prüfungen, Messungen und Versuche durchgeführt werden sollen.

4. Wenn das Baumuster den Bestimmungen dieser Richtlinie entspricht, stellt die benannte Stelle dem Antragsteller eine EG-Baumusterprüfbescheinigung aus. Die Bescheinigung enthält Namen und Anschrift des Herstellers und seines Bevollmächtigten, die für die Identifizierung des zugelassenen Baumusters erforderlichen Angaben, die Ergebnisse der Prüfung und die Voraussetzungen für die Gültigkeit der Bescheinigung.

Der Hersteller und die benannte Stelle bewahren eine Kopie dieser Bescheinigung, die technischen Unterlagen und alle dazugehörigen wichtigen Dokumente nach der Ausstellung der Bescheinigung 15 Jahre lang auf.

5. Wenn das Baumuster den Bestimmungen dieser Richtlinie nicht entspricht, lehnt es die benannte Stelle ab, dem Antragsteller eine EG-Baumusterprüfbescheinigung auszustellen, und gibt dafür eine detaillierte Begründung. Sie setzt den Antragsteller, die anderen benannten Stellen und den Mitgliedstaat, der sie benannt hat, davon in Kenntnis. Ein Einspruchsverfahren ist vorzusehen.

6. Der Antragsteller unterrichtet die benannte Stelle, in deren Besitz sich die technischen Unterlagen zur EG-Baumusterprüfbescheinigung befinden, von allen an dem zugelassenen Baumuster vorgenommenen Änderungen. Die benannte Stelle prüft die Änderungen und bestätigt dann die Gültigkeit der vorhandenen EG-Baumusterprüfbescheinigung oder stellt eine neue Bescheinigung aus, falls durch die Änderungen die Übereinstimmung des Baumusters mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen oder seine Eignung für die bestimmungsgemäße Verwendung in Frage gestellt werden könnte.

7. Die Kommission, die Mitgliedstaaten und die anderen benannten Stellen können auf Verlangen eine Kopie der EG-Baumusterprüfbescheinigung erhalten. In begründeten Fällen können die Kommission und die Mitgliedstaaten auf Verlangen eine Kopie der technischen Unterlagen und der Ergebnisse der von der benannten Stelle vorgenommenen Prüfungen erhalten.

8. Unterlagen und Schriftverkehr im Zusammenhang mit den Verfahren für die EG-Baumusterprüfung sind in der/einer Amtssprache der Gemeinschaft des Mitgliedstaats abzufassen, in dem die benannte Stelle ihren Sitz hat, oder in jeder anderen von der benannten Stelle akzeptierten Amtssprache der Gemeinschaft.

9. Gültigkeit der EG-Baumusterprüfbescheinigung:

9.1. Die benannte Stelle hat laufend sicherzustellen, dass die EG-Baumusterprüfbescheinigung gültig bleibt. Sie unterrichtet den Hersteller über alle wichtigen Änderungen, die Auswirkungen auf die Gültigkeit der Bescheinigung haben können. Die benannte Stelle zieht Bescheinigungen zurück, die nicht mehr gültig sind.

9.2. Den Hersteller der betreffenden Maschine trifft die laufende Verpflichtung sicherzustellen, dass die Maschine dem jeweiligen Stand der Technik entspricht.

9.3. Der Hersteller beantragt bei der benannten Stelle alle fünf Jahre die Überprüfung der Gültigkeit der EG-Baumusterprüfbescheinigung. Stellt die benannte Stelle fest, dass die Bescheinigung unter Berücksichtigung des Standes der Technik gültig bleibt, erneuert sie die Bescheinigung für weitere fünf Jahre. Der Hersteller und die benannte Stelle bewahren eine Kopie der Bescheinigung, der technischen Unterlagen und aller dazugehörigen wichtigen Dokumente nach der Ausstellung der Bescheinigung 15 Jahre lang auf.

9.4. Wird die Gültigkeit der EG-Baumusterprüfbescheinigung nicht erneuert, darf der Hersteller die betreffende Maschine nicht mehr in Verkehr bringen.

## Umfassende Qualitätssicherung

In diesem Anhang wird beschrieben, wie die Konformität einer in Anhang IV genannten Maschine bewertet wird, beideren Fertigung ein umfassendes Qualitätssicherungssystem zum Einsatz kommt. Beschrieben wird das Verfahren, bei dem eine benannte Stelle das Qualitätssicherungssystem bewertet und zulässt und dessen Anwendung überwacht.

1. Der Hersteller unterhält ein zugelassenes Qualitätssicherungssystem für Konstruktion, Bau, Endabnahme und Prüfung nach Nummer 2 und unterliegt der Überwachung nach Nummer 3.

2. Qualitätssicherungssystem:

2.1. Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter beantragt bei einer benannten Stelle seiner Wahl die Bewertung seines Qualitätssicherungssystems. Der Antrag muss Folgendes enthalten:

- Namen und Anschrift des Herstellers sowie gegebenenfalls seines Bevollmächtigten,
- Angaben über die Orte für Konstruktion, Bau, Abnahme, Prüfung und Lagerung der Maschinen,
- die in Anhang VII Teil A genannten technischen Unterlagen für jedes Baumuster jeder der in Anhang IV genannten Kategorien von Maschinen, deren Fertigung geplant ist,
- die Dokumentation zum Qualitätssicherungssystem,
- eine schriftliche Erklärung, dass derselbe Antrag bei keiner anderen benannten Stelle eingereicht worden ist.

2.2. Das Qualitätssicherungssystem muss die Übereinstimmung der Maschinen mit den Bestimmungen dieser Richtlinie gewährleisten. Alle vom Hersteller berücksichtigten Elemente, Anforderungen und Vorschriften sind in einer Dokumentation systematisch in Form von Maßnahmen, Verfahren und Anweisungen schriftlich niederzulegen. Die Dokumentation zum Qualitätssicherungssystem soll sicherstellen, dass die Qualitätssicherungsgrundsätze und -verfahren wie Qualitätssicherungsprogramme, -pläne, -handbücher und -aufzeichnungen einheitlich angewandt werden. Insbesondere ist darin Folgendes angemessen zu beschreiben:

- Qualitätsziele, Organisationsstruktur sowie Zuständigkeiten und Befugnisse des Führungspersonals in Angelegenheiten, die die Entwurfs- und Fertigungsqualität betreffen,
- technische Konstruktionsspezifikationen einschließlich der angewandten Normen sowie bei nicht vollständiger Anwendung der in Artikel 7 Absatz 2 genannten Normen die Mittel, mit denen gewährleistet werden soll, dass die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen dieser Richtlinie erfüllt werden,
- Konstruktionsprüfungs- und Verifizierungsverfahren, Prozesse und systematische Maßnahmen, die bei der Konstruktion der von dieser Richtlinie erfassten Maschinen angewandt werden,
- die entsprechenden angewandten Verfahren und systematischen Maßnahmen bei Fertigung, Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung,
- die vor, während und nach der Fertigung durchgeführten Prüfungen und Versuche und ihre Häufigkeit,
- die Qualitätssicherungsaufzeichnungen wie Kontrollberichte, Prüf- und Eichdaten und Aufzeichnungen über die Qualifikation der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter,



- die Mittel, mit denen das Erreichen der geforderten Entwurfs- und Fertigungsqualität der Maschinen sowie die Wirksamkeit des Qualitätssicherungssystems überwacht werden.

2.3. Die benannte Stelle bewertet das Qualitätssicherungssystem, um festzustellen, ob es die in Nummer 2.2 genannten Anforderungen erfüllt.

Bei den Teilen des Qualitätssicherungssystems, die der einschlägigen harmonisierten Norm entsprechen, wird angenommen, dass sie den entsprechenden Anforderungen der Nummer 2.2 entsprechen.

Mindestens ein Mitglied des Auditteams muss über Erfahrungen mit der Bewertung der Technologie der Maschinen verfügen. Das Bewertungsverfahren umfasst auch eine Inspektion des Herstellerwerks. Während der Inspektion überprüft das Auditteam die unter Nummer 2.1 Absatz 2 dritter Gedankenstrich genannten technischen Unterlagen, um zu gewährleisten, dass sie mit den einschlägigen Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen übereinstimmen.

Die Entscheidung wird dem Hersteller oder seinem Bevollmächtigten mitgeteilt. Die Mitteilung enthält die Ergebnisse der Prüfung und eine Begründung der Entscheidung. Ein Einspruchsverfahren ist vorzusehen.

2.4. Der Hersteller muss seinen Verpflichtungen aus dem Qualitätssicherungssystem in seiner zugelassenen Form nachkommen und dafür sorgen, dass es stets sachgerecht und wirksam ist.

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter unterrichtet die benannte Stelle, die das Qualitätssicherungssystem zugelassen hat, über alle an ihm geplanten Änderungen.

Die benannte Stelle prüft die geplanten Änderungen und entscheidet, ob das geänderte Qualitätssicherungssystem noch den in Nummer 2.2 genannten Anforderungen entspricht oder ob eine erneute Bewertung erforderlich ist.

Sie teilt ihre Entscheidung dem Hersteller mit. Die Mitteilung enthält die Ergebnisse der Prüfung und eine Begründung der Entscheidung.

3. Überwachung unter der Verantwortung der benannten Stelle:

3.1. Die Überwachung soll gewährleisten, dass der Hersteller seine Verpflichtungen aus dem zugelassenen Qualitätssicherungssystem ordnungsgemäß erfüllt.

3.2. Der Hersteller gewährt der benannten Stelle zu Inspektionszwecken Zugang zu den Einrichtungen für Konstruktion, Bau, Abnahme, Prüfung und Lagerung und stellt ihr alle erforderlichen Unterlagen zur Verfügung. Hierzu gehören insbesondere:

- die Dokumentation zum Qualitätssicherungssystem,
- die im Qualitätssicherungssystem für den Konstruktionsbereich vorgesehenen Qualitätsaufzeichnungen wie Ergebnisse von Analysen, Berechnungen und Prüfungen,
- die im Qualitätssicherungssystem für den Fertigungsbereich vorgesehenen Qualitätsberichte wie Prüfberichte, Prüfdaten, Kalibrierdaten und Aufzeichnungen über die Qualifikation der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter.

3.3. Die benannte Stelle führt regelmäßige Audits durch, um sicherzustellen, dass der Hersteller das Qualitätssicherungssystem aufrechterhält und anwendet, und übergibt ihm einen Bericht über das Qualitätsaudit. Die Häufigkeit der regelmäßigen Audits ist so zu wählen, dass alle drei Jahre eine vollständige Neubewertung vorgenommen wird.

3.4. Darüber hinaus kann die benannte Stelle beim Hersteller unangemeldete Besichtigungen durchführen. Die Notwendigkeit und die Häufigkeit solcher zusätzlichen Besichtigungen werden auf der Grundlage eines von der benannten Stelle ausgearbeiteten Kontrollbesichtigungssystems ermittelt. Im Rahmen dieses Systems wird insbesondere Folgendes berücksichtigt:

- die Ergebnisse früherer Kontrollbesichtigungen,
- die Notwendigkeit, die Durchführung von Korrekturmaßnahmen zu überprüfen,
- gegebenenfalls die besonderen Auflagen, unter denen das Qualitätssicherungssystem zugelassen wurde,
- erhebliche Änderungen von Fertigungsorganisation, -maßnahmen oder -techniken.

Im Rahmen derartiger Besichtigungen kann die benannte Stelle erforderlichenfalls Prüfungen durchführen oder durchführen lassen, um die Wirksamkeit des Qualitätssicherungssystems zu überprüfen. Die benannte Stelle übergibt dem Hersteller einen Bericht über die Besichtigung und gegebenenfalls über die Prüfungen.

4. Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter hält nach dem letzten Herstellungstag der Maschine folgende Unterlagen für die einzelstaatlichen Behörden zehn Jahre lang zur Einsicht bereit:

- die in Nummer 2.1 genannte Dokumentation,
- die in Nummer 2.4 Absätze 3 und 4 sowie in den Nummern 3.3 und 3.4 genannten Entscheidungen und Berichte der benannten Stelle.

### **A III: Auszug aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG – Liste der Maschinen, für die ein besonderes Konformitätsverfahren erforderlich ist**

1. Folgende Arten von Einblatt- und Mehrblatt-Kreissägen zum Bearbeiten von Holz und von Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften oder zum Bearbeiten von Fleisch und von Stoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften:

1.1. Sägemaschinen mit während des Arbeitsvorgangs feststehendem Sägeblatt, mit feststehendem Arbeitstisch oder Werkstückhalter, mit Vorschub des Sägeguts von Hand oder durch einen abnehmbaren Vorschubapparat;

1.2. Sägemaschinen mit während des Arbeitsvorgangs feststehendem Sägeblatt, mit manuell betätigtem Pendelbock oder -schlitten;

1.3. Sägemaschinen mit während des Arbeitsvorgangs feststehendem Sägeblatt, mit eingebauter mechanischer Vorschubeinrichtung für das Sägegut und Handbeschickung und/oder Handentnahme;

1.4. Sägemaschinen mit während des Arbeitsvorgangs beweglichem Sägeblatt, mit eingebauter mechanischer Vorschubeinrichtung für das Sägeblatt und Handbeschickung und/oder Handentnahme.

2. Abrichthebemaschinen mit Handvorschub für die Holzbearbeitung.

3. Hobelmaschinen für einseitige Bearbeitung von Holz, mit eingebauter maschineller Vorschubeinrichtung und Handbeschickung und/oder Handentnahme.

4. Folgende Arten von Bandsägen mit Handbeschickung und/oder Handentnahme zur Bearbeitung von Holz und von Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften oder von Fleisch und von Stoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften:

4.1. Sägemaschinen mit während des Arbeitsvorgangs feststehendem Sägeblatt und feststehendem oder hin- und her beweglichem Arbeitstisch oder Werkstückhalter;

4.2. Sägemaschinen, deren Sägeblatt auf einem hin- und her beweglichen Schlitten montiert ist.

5. Kombinationen der in den Nummer 1 bis 4 und in Nummer 7 genannten Maschinen für die Bearbeitung von Holz und von Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften.

6. Mehrspindel-Zapfenfräsmaschinen mit Handvorschub für die Holzbearbeitung.

7. Senkrechte Tischfräsmaschinen mit Handvorschub für die Bearbeitung von Holz und von Werkstoffen mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften.

8. Handkettensägen für die Holzbearbeitung.

9. Pressen, einschließlich Biegepressen, für die Kaltbearbeitung von Metall mit Handbeschickung und/oder Handentnahme, deren beim Arbeitsvorgang bewegliche Teile einen Hub von mehr als 6 mm und eine Geschwindigkeit von mehr als 30 mm/s haben können.

10. Kunststoffspritzgieß- und -formpressmaschinen mit Handbeschickung oder Handentnahme.

11. Gummispritzgieß- und -formpressmaschinen mit Handbeschickung oder Handentnahme.

12. Folgende Maschinenarten für den Einsatz unter Tage:

12.1. Lokomotiven und Bremswagen;

---

12.2. hydraulischer Schreitausbau.

13. Hausmüllsammelwagen für manuelle Beschickung mit Pressvorrichtung.

14. Abnehmbare Gelenkwellen einschließlich ihrer Schutzeinrichtungen.

15. Schutzeinrichtungen für abnehmbare Gelenkwellen.

16. Hebebühnen für Fahrzeuge.

17. Maschinen zum Heben von Personen oder von Personen und Gütern, bei denen die Gefährdung eines Absturzes aus einer Höhe von mehr als 3 m besteht.<sup>26</sup>

18. Tragbare Befestigungsgeräte mit Treibladung und andere Schussgeräte.

19. Schutzeinrichtungen zur Personendetektion.

20. Kraftbetriebe, bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung für die in den Nummern 9, 10 und 11 genannten Maschinen.

21. Logikeinheiten für Sicherheitsfunktionen.

22. Überrollschutzaufbau (ROPS).

23. Schutzaufbau gegen herabfallende Gegenstände (FOPS).

## A IV: Funktionsweise der wichtigsten Rapid Prototyping- bzw. Rapid Manufacturing-Verfahren

### 1. Fused Deposition Modelling (FDM)

Das Fused Deposition Modelling zählt zu den Extrusionsverfahren<sup>14</sup>. Das Konstruktionsmaterial liegt hierbei als Wachs im festen Zustand vor und wird einer beheizten Düse draht- bzw. stangenförmig zugeführt und aufgeschmolzen. Die Düse ist in der X-Y-Ebene beweglich und trägt das aufgeschmolzene Baumaterial mittels eines Plottermechanismus an den definierten Koordinaten auf. Das aufgetragene Material verbindet sich daraufhin mit der darunterliegenden Schicht, kühlt ab und verhärtet sich. Anschließend wird durch Absenken der Bauplattform in Z-Richtung die nächste Schicht aufgetragen und so die Erstellung einer 3 dimensional Form erreicht. Der prinzipielle Aufbau einer FDM-Maschine ist in Abbildung A IV-1 dargestellt.

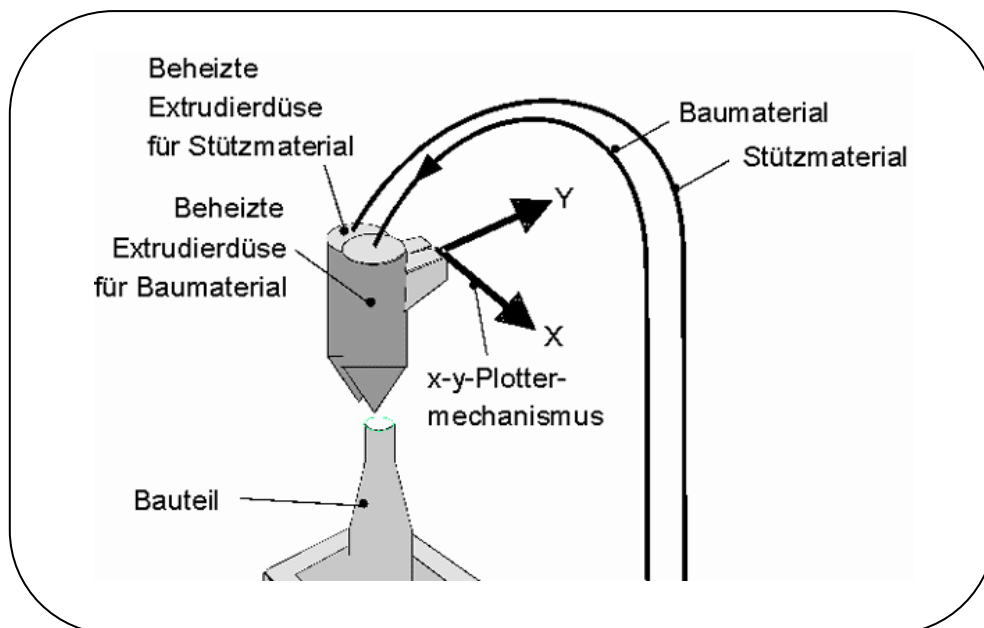


Abb. A IV-1: Prinzipieller Aufbau einer FDM-Maschine; Quelle: Assmann (2003)

Zur Erzeugung von Überhängen und Hohlräumen bedarf es beim FDM-Verfahren spezieller Stützmaterialien. Diese werden wie das Baumaterial mittels einer zusätzlichen

<sup>14</sup> Beim Extrusionsverfahren werden Granulate in einer Plastifizierungszone (Umwandlungszone) aufgeschmolzen und mittels der Extruderschnecke kontinuierlich durch eine Formdüse gepresst. Quelle: [www.licharz.de](http://www.licharz.de)

Extrusionsdüse aufgetragen. Als Stützmaterial kommt ein sprödbrechender Kunststoff zum Einsatz, der in der Nachbearbeitung mechanisch oder chemisch entfernt werden muss.

Marktführer von FDM-Maschinen ist der Hersteller *Stratasys*, dessen Modell Fortus 400mc [50], abhängig vom verwendeten Baumaterial, Schichtdicken von 0,127mm bis 0,33mm [14] erzeugen kann.

Die im FDM-Verfahren produzierten Teile zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich zur Verwendung als Fertigprodukte im Rahmen des Rapid Manufacturing eignen [8], [2].

## 2. 3D-Printing

Das 3D Druck-Verfahren ähnelt in seiner Funktionsweise einem herkömmlichen Drucker. Nur wird hierbei keine Tinte auf Papier, sondern flüssiges Bindemittel (z.B. Epoxidharz) auf ein Pulverbett verspritzt, welches je nach Hersteller aus Keramik, Stahl, Gips oder Stärke besteht [10]. Der Drucker gibt hierbei zunächst Pulver ab und verteilt eine Schicht von 40µm bis zu 1 mm (abhängig von Hersteller und Gerätekonfiguration) über die Bauplattform. Ein Druckwagen fährt anschließend über die Pulverschicht und trägt das Bindemittel auf den Bauteilquerschnitt auf, welches das Bauteil verfestigt. Im nächsten Schritt wird das Pulverbett um eine Schichtdicke abgesenkt, damit eine neue Schicht Pulver aufgetragen werden kann [17]. Um Überhänge und Hohlräume zu realisieren, werden diese mit zusätzlich aufgetragenem Stützmaterial ausgefüllt und müssen nach dem Herstellungsprozess mechanisch oder chemisch entfernt werden. Die physikalischen Eigenschaften der Modelle sind denen von durch Sintern oder Extrudieren hergestellten Bauteilen unterlegen und sind demnach nicht als Fertigprodukte geeignet [42].

## 3. Selective Laser Sintering (SLS)

Das selektive Lasersintern ist ein auf pulverförmigem Baumaterial basierendes Herstellungsverfahren. Hierbei existieren Verfahren die Kunststoff-, Keramik- oder Metallpartikel verwenden. Diesen Partikeln wird, zeitlich und örtlich beschränkt, durch einen Laserstrahl Energie zugeführt, was zu einer Versinterung der Materialien führt. Die zusätzliche Zufuhr von Stützmaterialien ist beim selektiven Lasersintern nicht notwendig, da das Pulverbett bereits eine Stützwirkung ausübt.

In der Praxis wird zwischen dem direkten und dem indirekten Lasersintern unterschieden.

Bei ersterem Verfahren werden die Partikel aufgrund der Laserbelichtung auf- bzw. angeschmolzen. Benachbarte aufgeschmolzene Bereiche werden so miteinander

verbunden. Da der Sinterprozess ohne Druck entsteht, weisen die erzeugten Bauteile eine poröse Oberfläche auf. Angewendet werden kann es bei Kunststoff- oder Metallpartikeln.

Beim indirekte Lasersintern handelt es sich um ein zweistufiges Verfahren, wobei im ersten Schritt eine geometrische Struktur erzeugt und im zweiten Schritt das Material versintert wird. Die Metall- bzw. Keramik- oder Sandpartikel sind hierbei mit einer Kunststoffschicht umhüllt, die vom Laser aufgeschmolzen wird.

Der Sinterprozess führt zu Schwindungen und somit erzeugt auch das indirekte Sintern ungenaue bzw. poröse Oberflächen. Um dies zu reduzieren und um die mechanischen Festigkeit zu steigern, wird dem Sintern eine sogenannte Infiltration nachgeschaltet. Abhängig von den gewünschten Werkstoffeigenschaften kommen hierzu sowohl Epoxidharz als auch Kupfer- und Bronzelegierungen zum Einsatz.

Auch die Nachbearbeitung der Bauteile ist beim Lasersintern nicht unproblematisch. So wird bei den Ansmelzprozessen freies Pulver angesintert, was zu „Anbackungen“ am Bauteil führt. Die Entfernung dieser Bereiche ist manuell durchzuführen und führt zu Ungenauigkeiten des Bauteils [2]. Die Firma *Hoerdler* gibt für dieses Verfahren eine Fertigungsgenauigkeit von 0,1mm an [21].

Abbildung A IV-2 zeigt die generelle Wirkungsweise von selektiven Lasersinter-Maschinen:

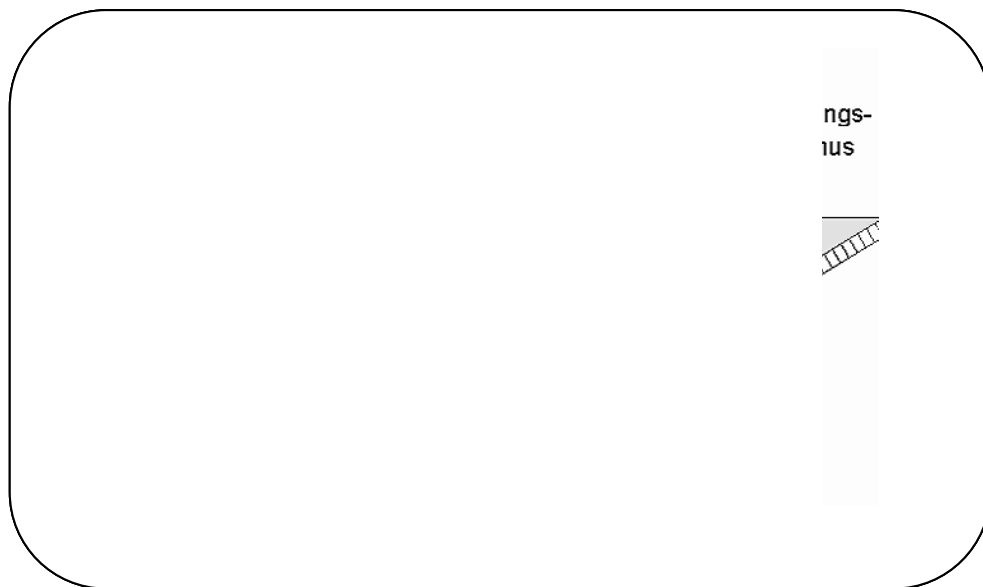


Abb. A IV-2: Prinzipieller Aufbau einer SLS-Maschine; Quelle: Assmann (2003)

#### 4. Layer Laminated Manufacturing (LLM)

Als Layer Laminated Manufacturing-Verfahren werden auf Feststoff basierende Verfahren bezeichnet, bei denen die jeweiligen Schichtinformationen des Bauteils auf sehr dünne Kunststofffolien nachgebildet und diese anschließend miteinander verbunden werden.

In der Regel bezieht sich diese Nachbildung der Schichtinformation auf die Außenkontur der Bauteile, welche sowohl durch einen Laser oder aber durch formgebende Werkzeuge wie einen Messerschneider erzeugt werden kann. In der Industrie hat sich das von der Firma *Helisys Inc* entwickelte und patentierte das Layer Object Manufacturing-Verfahren (LOM) durchgesetzt, welches synonym für alle LLM-Verfahren verwendet wird.

Abbildung A IV-3 verdeutlicht die Funktionsweise des LOM-Verfahrens. Der Laser zerschneidet hierbei die Folie an der Außenkontur und unterteilt diese somit in einen zum Bauteil gehörenden Teil und den sogenannten Verschnitt. Dieser muss im Anschluss an den Fertigungsprozess entfernt werden und wird, um die Entnahme zu vereinfachen, deswegen in kleine Quadrate geschnitten. Anschließend wird die ausgeschnittene Folie mit den darunter liegenden Folien verbunden. Dies geschieht durch Einsatz einer beheizten Rolle, welche einen in den Folien enthaltenen Kleber aktiviert und die Schichten aufeinander presst.

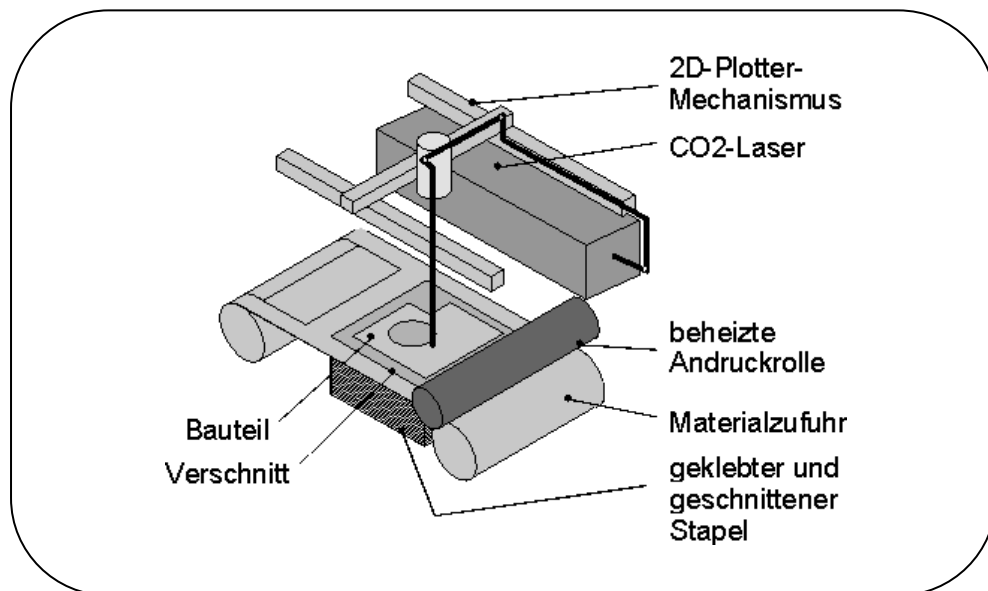


Abb. A IV-3: Prinzipieller Aufbau einer LOM-Maschine; Quelle: Assmann (2003)

Als Baumaterial kommen grundsätzlich alle Materialien in Betracht, die als Folie verfügbar sind und sich formgebend bearbeiten und fügen lassen. So werden in der Praxis Kunststoff, Keramik-Composites und Metalle verwendet.



Das Verfahren hat den Nachteil, dass sich Hohlräume nur bedingt realisieren lassen, da der anfallende Verschnitt schwer zu entfernen. Auch sonst gestaltet sich die Nachbearbeitung der mittels LOM-Verfahren hergestellten Produkte als aufwändig. Die erreichbare Genauigkeit ist abhängig von der Schichtdicke der Folien sowie der Präzision der Einrichtung in X-Y-Bewegung [2]. Die LOM-2030 von *Helisys Inc* bietet eine Genauigkeit von  $\pm 0,0254\text{mm}$ ; die minimale Schichtdicke beträgt  $0,13\text{mm}$  [8].

## 5. Stereolithographie (STL)

Das Verfahren der Stereolithographie wurde als erstes kommerziell erhältliches RP-Verfahren 1987 von 3D-Systems auf den Markt gebracht und nahezu die Hälfte aller verkauften RP-Systeme funktioniert nach diesem Prinzip. Die Stereolithographie beruht auf der Polymerisation flüssiger Monomere bzw. Harze, welche mittels Belichtung durch einen Laser initiiert wird. Der Laserstrahl wird auf ein flüssiges Monomer gelenkt, was eine Verfestigung dieses Monomers im unmittelbaren Bereich der Lasereinwirkung zur Folge hat.

Da nur eine Polymerisation an der Kunststoffoberfläche möglich ist, wird das Werkstück nach jedem Schritt etwas abgesenkt und der flüssige Kunststoff an der Oberfläche durch einen Wischer gleichmäßig verteilt.

Da der Harz nach der Polymerisation trotzdem noch relativ weich ist, werden bei der Herstellung Stützstrukturen in das Bauteil eingebaut, welche anschließend von Hand entfernt werden müssen [42]. Die vollständige Vernetzung der Bauteilstruktur wird durch anschließende Aushärtung in einem speziellen Ofen gewährleistet [2].

Abbildung A IV-4 zeigt den Aufbau einer STL-Maschine:

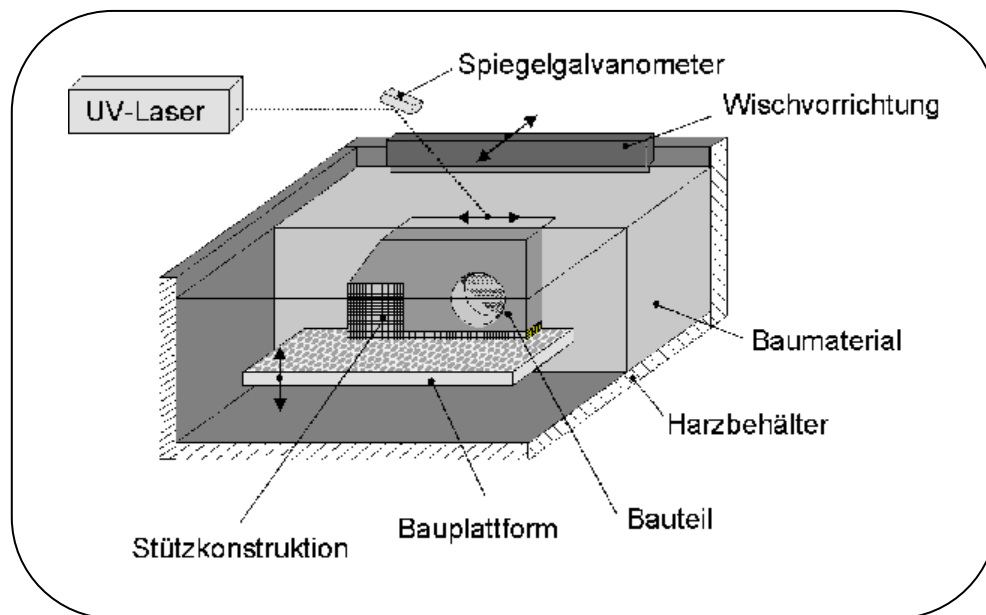


Abb. A IV-4: Prinzipieller Aufbau einer STL-Maschine; Quelle: Assmann (2003)

Das STL-Verfahren erreicht Genauigkeiten zwischen 0,05 und 0,25mm und ermöglicht die Herstellung guter bis sehr guter Oberflächen. Problematisch hingegen kann die Entfernung der Stützstrukturen sein, die sogar zu einer Verletzung der Bauteiloberfläche führen kann [2].

## A V: Vergleichsmerkmale für den Einsatz von RFID- und Barcode-Namensschildern

	Barcode-Namensschilder	RFID-Namensschilder
<b>Merkmale</b>	Optisch sichtbare Kennzeichnung anhand einer Nummer, die als Strichcode aufgedruckt wird.	Nicht sichtbare, elektronische ID im RFID-Chip.
<b>Sicherheit</b>	einfache Kopie erstellbar	Nur technisch aufwändige Kopie erstellbar, da Kopie optisch und elektronisch erstellt werden muss.  Elektronische Kopie nur über aufwendige RFID-Technik und speziellen Geräten möglich.
<b>Leseabstand Mobile Geräte</b>	5 bis 20 cm, je nach Gerät	5 bis 20 cm, je nach Gerät
<b>Leseabstand Gate-Säulen, einzeln</b>	wie mobile Geräte	bis 40 cm
<b>Leseabstand bei Durchgangsgates</b>	nicht vorhanden	60 bis 80 cm, Besucher wird beim Durchgehen automatisch erkannt.
<b>Handling zwischen Badge und Erfassungsgerät</b>	Erfassungsgeräte des Kontrollpersonals und die Badges der Besucher müssen beim Scanvorgang eine direkte und stehende Sichtverbindung miteinander haben.  Badge muss dabei mit dem Barcode immer in die Richtung des Lesegerätes gehalten werden.  Eventuelle Verschmutzung, Abdeckung durch nicht voll transparente Hüllen und starkes Sonnenlicht können die Lesefähigkeit beeinflussen.	Erfassungsgeräte des Kontrollpersonals und die Badges der Besucher brauchen keine Sichtverbindung. Z.B. funktioniert die Erkennung auch durch ein Jackett oder eine Handtasche.  Badge kann in jeder Lage und Haltung gelesen werden und kann auch beim Scanvorgang bewegt werden.  Da RFID per Funkt gelesen wird, sind optische Sichteinschränkungen für die Lesequalität unerheblich.
<b>Erfassungszeiten bei der Einlasskontrolle</b>	ca. 3 bis 4 Sekunden	Erfassung an der Gate-Säule (ca. 1 bis 2 Sekunden)
<b>Geschwindigkeit bei der Einlasskontrolle</b>	Durch das beschriebene Handling muss in der Praxis der Besucher beim Scanvorgang stehen bleiben damit der Barcode korrekt gescannt werden kann.	Der Gast kann während des Scanvorgangs weitergehen. Hierdurch ergibt sich ein Geschwindigkeitsvorteil mit dem Faktor 2 bis 3 gegenüber dem Barcodeeinsatz.
<b>Komfort</b>	Umständliches Handling Scanvorgang nur nahe am Besucher durchführbar, daher wird die Barcodeanwendung	einfaches Handling für den Besucher und das Personal.  Scanvorgang erfolgt meist auf größere

	vom Besucher auch schon mal als unangenehm empfunden.	Distanz, ohne den Besucher anzuhalten. Besucher kann den Scanvorgang Besucher selbst durchführen. Bei den Durchgangsgates erfolgt der Scanvorgang automatisch ohne das der Besucher hierzu etwas tun muss.
<b>Layout / Grafik</b>	störender Barcode im Badge-Design	keine optischen störenden Merkmale auf dem Badge
<b>Kosten</b>	Plastikkarten mit Barcode sind ca. 50% preiswerter gegenüber Karten mit RFID-Chip  Papier / Folientickets sind ca. 35% preiswerter gegenüber Tickets mit RFID	

Quelle: [http://www.initiative-teilnehmermanagement.de/fileadmin/PDF/Vergleich\\_Barcode\\_RFID.pdf](http://www.initiative-teilnehmermanagement.de/fileadmin/PDF/Vergleich_Barcode_RFID.pdf)

## A VI: Allgemeine Geschäftsbedingungen Sauer & Sohn KG

Sauer & Sohn KG  
Groß-Zimmerer Str. 51  
64807 Dieburg  
Telefon: +49(0)6071.206-0  
Telefax: +49(0)6071.206-199  
Info@sauerproduct.com  
www.sauerproduct.com

### LIEFERUNGS- UND ZAHLUNGSBEDINGUNGEN (MODELL- UND FORMENBAU)

#### 1. Anerkennung der Lieferungs- und Zahlungsbedingungen

Für unsere Lieferungen und Leistungen gelten die folgenden Bedingungen. Einkaufsbedingungen und anderer allgemeinen Geschäftsbedingungen des Bestellers wird hiermit grundsätzlich widersprochen; sie verpflichten uns auch dann nicht, wenn wir im Einzelfall nicht mehr ausdrücklich widersprechen. Von unseren Verkaufsbedingungen abweichende Geschäftsbedingungen gelten nur dann, wenn sie von uns ausdrücklich schriftlich bestätigt worden sind.

#### 2. Angebot und Vertragsschluß

Unsere Angebote sind freibleibend. Wir behalten uns alle Eigentums- und Urheberrechte an unseren Angeboten und an den von uns erstellten technischen Unterlagen vor. Sie dürfen Dritten nicht zugänglich gemacht werden. Der Abwicklung aller uns erteilten Aufträge liegt stets unsere Auftragsbestätigung zugrunde, soweit nicht im Einzelfall etwas anderes schriftlich vereinbart worden ist. Nebenabreden und Änderungen verpflichten uns nur, soweit sie von uns schriftlich bestätigt worden sind.

#### 3. Preise

Die Mehrwertsteuer ist in den Preisen nicht enthalten. Sofern nichts anderes vereinbart worden ist, gelten die Preise ab Werk, ausschließlich Verpackung, Frachtkosten und Transportversicherungen. Die Berechnung von Zuschlägen bleibt vorbehalten für den Fall, daß nach Vertragsschluß Erhöhungen der Materialpreise, Löhne, Steuern, Zoll, sonstige Abgaben oder Unkosten eintreten sollten, sowie für den Fall, daß zwischen dem kalkulierten Angebot und der Nachkalkulation ein nachweisbares, kalkulatorisch vorher nicht zu erfassendes Mehr an Arbeitsstunden entstanden ist, jedoch nicht mehr als 15 % des Angebotspreises.

#### 4. Zahlung

Die Zahlungen sind in bar ohne jeden Abzug zu leisten, und zwar

1/3 bei Auftragsbestätigung

1/3 bei Anzeige der Versandbereitschaft

Restzahlung zuzüglich Mehrwertsteuer bei Erhalt der Rechnung.

Bei Abnahmeverzug des Bestellers wird 15 Tage nach Anzeige der Versandbereitschaft die Restzahlung fällig. Dem Besteller steht ein über § 320 BGB hinausgehendes Zurückbehaltungsrecht nicht zu. Aufrechnungen sind nur gegen unbestrittene oder rechtskräftig festgestellte Gegenforderungen möglich. Bei Zahlungsverzug werden Zinsen in Höhe von 5 % über dem jeweiligen Diskontsatz der Europäischen Zentralbank und gegebenenfalls auch der diese übersteigende Verzugsschaden berechnet.

Treten nach Annahme des Auftrages Zweifel an der Kreditwürdigkeit des Bestellers auf, so werden alle noch ausstehenden Zahlungen sofort in bar fällig.

## 5. Lieferzeit und Verzug

Die Einhaltung der vereinbarten Lieferfrist setzt voraus, daß der Besteller seine Vertragspflichten erfüllt hat. Die Lieferzeit verlängert sich um den Zeitraum, in dem der Besteller sich mit der Zahlung im Verzug befindet. Bei Annahmeverzug sind wir berechtigt, nach Setzung und fruchtlosem Ablauf einer angemessenen Frist anderweitig über den Liefergegenstand zu verfügen und den Besteller mit angemessen verlängerter Frist zu beliefern. Vereinbarte Lieferfristen verlängern sich um die Dauer der Verzögerung, wenn Einzelheiten des Auftrages nicht geklärt sind oder kundenseitig geändert werden, sowie bei Maßnahmen im Rahmen von Arbeitskämpfen, insbesondere Streik und Aussperrung, und beim Eintritt von Hindernissen, die außerhalb unseres Willens liegen (z.B. bei Betriebsstörungen, Mangel an Rohstoffen auf dem Beschaffungsmarkt, usw.), auch wenn Sie bei Vorlieferanten eintreten. Die vorgenannten Umstände sind auch dann nicht von uns zu vertreten, wenn sie während eines bereits vorliegenden Verzuges entstehen. Befinden wir uns mit der Lieferung ganz oder teilweise im Verzug, so steht dem Besteller ein Rücktrittsrecht zu, sofern die gesetzlichen Voraussetzungen hierfür vorliegen. Soweit bei Teilverzug ein Interessefortfall nicht hinsichtlich des gesamten Vertrages, sondern nur hinsichtlich des noch ausstehenden Teiles besteht, kann der Besteller nicht vom gesamten Vertrag zurücktreten, sondern seine Gegenleistung in dem Verhältnis mindern, in dem die ausstehende Teilleistung zur Gesamtleistung steht. Die Entschädigung für einen dem Besteller entstandenen und konkret nachzuweisenden, von uns zu vertretenden Verzugsschaden, ist der Höhe nach begrenzt auf 0,5 v.H. für jede volle Woche der Verspätung, im ganzen aber höchstens 5 v.H. vom Wert desjenigen Teiles der Gesamtlieferung, der infolge der Verspätung nicht rechtzeitig oder nicht vertragsgemäß genutzt werden kann. Weitergehende Ansprüche des Bestellers, auch Schadensersatzansprüche jeder Art, insbesondere wegen entgangenen Gewinns, sind ausgeschlossen, soweit uns nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit trifft. Bei grober Fahrlässigkeit ist unsere Haftung auf den Ersatz des im Zeitpunkt des Vertragsschlusses unsererseits vorhersehbaren Schadens beschränkt. Unsere Haftung gemäß Ziff. 11 bleibt unberührt.

## 6. Unmöglichkeit

Der Besteller kann vom Vertrag zurücktreten, wenn wir die gesamte Leistung aus von uns zu vertretenden Gründen nicht erbringen können. Bei teilweiser Unmöglichkeit besteht das Rücktrittsrecht nur, wenn die Teilleistung nachweisbar für den Besteller ohne Interesse ist; im übrigen kann er eine angemessene Minderung des Kaufpreises verlangen. Ist die Unmöglichkeit von keinem Vertragspartner vertretbar, so haben wir Anspruch auf einen der geleisteten Arbeit entsprechenden Teil der Vergütung. Tritt die Unmöglichkeit während des Annahmeverzuges oder durch Verschulden des Bestellers ein, so bleibt dieser zur Gegenleistung verpflichtet. Für weitergehende Ansprüche gilt Ziffer 5, letzter Absatz, entsprechend.

## 7. Eigentumsvorbehalt

Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung sämtlicher Forderungen aus der Geschäftsverbindung zwischen dem Besteller und dem Lieferer Eigentum des Lieferers. Der Besteller ist zur Weiterveräußerung der Vorbehaltsware im normalen Geschäftsverkehr berechtigt. Eine Verpfändung oder Sicherheitsübereignung ist ihm jedoch nicht gestattet. Der Besteller ist verpflichtet, die Rechte des Lieferers beim Weiterverkauf der Vorbehaltsware auf Kredit zu sichern. Darüber hinaus tritt der Besteller schon jetzt seine Forderungen aus der Weiterveräußerung der Vorbehaltsware an den Lieferer ab. Der Lieferer nimmt diese Abtretung an. Auf Verlangen hat der Besteller die zur Einziehung erforderlichen Angaben über die abgetretenen Forderungen an den Lieferer zu machen und den Schuldnern die Abtretung mitzuteilen. Wird die Vorbehaltsware zusammen mit anderen Waren, und zwar

gleichgültig in welchem Zustand, weiter veräußert, so gilt die in Abs. 2 vereinbarte Vorausabtretung nur in Höhe des Wertes der Vorbehaltsware, die zusammen mit den anderen Waren Gegenstand des Liefergeschäftes ist. Übersteigen die dem Lieferer nach den vorstehenden Bestimmungen zustehenden Sicherungen die zu sichernden Forderungen um 20 %, so wird der Lieferer auf Verlangen des Bestellers im Einzelfall vollbezahlte Lieferungen nach seiner Wahl freigeben.

### **8. Gewährleistung**

Wir übernehmen für die Dauer von 12 Monaten ab Abnahme die Gewähr, daß unsere Lieferung zur Zeit der Abnahme die vertraglich zugesicherten Eigenschaften hat, den anerkannten Regeln der Technik entspricht und nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrage vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern. Der Besteller hat die Lieferung nach Eintreffen unverzüglich auf Fehler zu überprüfen. Mängelrügen sind uns unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Uns ist Gelegenheit zu geben, den gerügten Mangel an Ort und Stelle selbst festzustellen. Wir werden Mängel innerhalb angemessener Zeit nach unserer Wahl durch Nachbessern oder Ersatz unentgeltlich beseitigen, die auf von uns zu vertretende Material- oder Ausführungsfehler zurückzuführen sind. Der Besteller hat nach seiner Wahl ein Rücktritts- oder Minderungsrecht, wenn wir eine uns gestellte angemessene Nachfrist für die Nachbesserung oder Ersatzlieferung bezüglich eines von uns zu vertretenden Mangels fruchtlos verstreichen lassen. Dieses Wahlrecht des Bestellers besteht auch, wenn die Nachbesserung oder Ersatzlieferung unmöglich ist oder unsererseits insoweit ein Unvermögen vorliegt. Dies gilt nicht, wenn der Mangel die Qualität des Liefergegenstandes nur unerheblich beeinträchtigt. In diesem Fall kann der Besteller nur eine angemessene Minderung der Gegenleistung verlangen.

### **9. Versand**

Der Versand geschieht in allen Fällen auf Kosten und Gefahr des Bestellers. Die Wahl des Versandweges und der Versandmittel erfolgt, falls nichts Abweichendes vereinbart ist, ohne Haftung für die getroffene Wahl und für billigste Verfrachtung. Bei Transport durch den Lieferer müssen Transportkosten und Versicherungen vom Besteller übernommen werden. Verpackungsmaterial ist frei nach Dieburg zurückzusenden und wird mit einem Drittel seines Wertes vergütet.

### **10. Haftung**

Ausgeschlossen sind alle Ansprüche aus Verschulden bei Vertragsverhandlung, positiver Vertragsverletzung und unerlaubter Handlung oder aus einem sonstigen Rechtsgrund, sofern uns nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit trifft. Bei grober Fahrlässigkeit ist unsere Haftung auf den Ersatz des im Zeitpunkt des Vertragsabschlusses unsererseits voraussehbaren Schadens beschränkt. Unsere Haftung nach Ziff. 11 bleibt unberührt.

### **11. Haftungsbeschränkung**

Die obigen Haftungsbeschränkungen (vgl. Ziffer 5., 10.) gelten nicht, wenn wir wesentliche Vertragspflichten schuldhaft verletzt haben. In diesen Fällen haften wir dem Grunde nach bei jeder schuldhaften Pflichtverletzung. Die Haftung ist der Höhe nach aber begrenzt auf den Ersatz des im Zeitpunkt des Vertragsabschlusses für uns vorhersehbaren Schadens.

### **12. Patentverletzung**

Der Besteller haftet dafür, daß durch die Herstellung und Benutzung der gelieferten Ware Patentrechte oder Schutzrechte Dritter nicht verletzt werden.

**13. Geheimhaltungspflicht**

Alle Angaben, Zeichnungen, Modelle usw. die dem Besteller für die Herstellung des Liefergegenstandes vom Lieferer überlassen werden, sind als Geschäftsgeheimnisse zu betrachten und vertraulich zu behandeln. Sie dürfen vom Besteller nicht für andere Zwecke verwendet, vervielfältigt oder Dritten zugänglich gemacht werden. Auf Verlangen sind sie dem Lieferer samt allen Abschriften oder Vervielfältigungen unverzüglich herauszugeben. Der Besteller haftet für jeden Schaden, der dem Lieferer aus der Verletzung einer dieser Pflichten erwächst.

**14. Gerichtsstand**

Bei allen sich aus dem Vertragsverhältnis ergebenden Streitigkeiten ist, wenn der Besteller Vollkaufmann, eine juristische Person des öffentlichen Rechts oder ein öffentlichrechtliches Sondervermögen ist, der Gerichtsstand Dieburg. Der Vertrag unterliegt deutschem Recht. Sollten einzelne dieser Bestimmungen unwirksam sein, so berührt das die Gültigkeit der übrigen Bestimmungen nicht.



## Bibliographie

- [1] Abteilung Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung (HUB), AUVA, C. Schenk: [Online im Internet], [http://www.auva.at/mediaDB/MMDB132190\\_Die%20neue%20Maschinenrichtlinie%20-%20Schenk.pdf](http://www.auva.at/mediaDB/MMDB132190_Die%20neue%20Maschinenrichtlinie%20-%20Schenk.pdf), Abfrage v. 22.07.2010
- [2] Assmann, O. (2003): Herstellung hochgenauer Prototypen mittels Fräsen als quasi-generativem Rapid Prototyping-Verfahren, Dissertation, Duisburg-Essen
- [3] Augsburg, M; Witt, G., (2005): Rapid Manufacturing im Automobilbau, in: RTejournal
- [4] Beaman, J. (1997): [Online im Internet], [http://www.wtec.org/loyola/rp/03\\_01.htm](http://www.wtec.org/loyola/rp/03_01.htm), Abfrage v. 23.07.2010
- [5] Benthin, F. (2009): [Online im Internet], <http://www.pro-linux.de/news/1/14776/1,reprap-version-ii-mendel-druckt.html>, v. 04.10.2009, Abfrage v. 23.07.2010
- [6] Bitzer GmbH Hildesheim: Die Rückverfolgung der Getreideproduktion, [Online im Internet], [http://www.bitzer-waage.de/fileadmin/PDF/Artikel\\_Rueckverfolgbarkeit.pdf](http://www.bitzer-waage.de/fileadmin/PDF/Artikel_Rueckverfolgbarkeit.pdf), S. 4, Abfrage v. 23.07.2010
- [7] Boeing, N. (2007): [Online im Internet], [http://www.z-punkt.de/fileadmin/be\\_user/D\\_News/D\\_Rethinking\\_Business/RB\\_02/Boeing\\_fabbing\\_u\\_tech\\_demokratie.pdf](http://www.z-punkt.de/fileadmin/be_user/D_News/D_Rethinking_Business/RB_02/Boeing_fabbing_u_tech_demokratie.pdf), Rethinking Business #02 Essen, v. 22.11.2007, Abfrage v. 23.07.2010
- [8] Brandl, M., (2009): Automatische Identifikation und Rapid Manufacturing, Diplomarbeit, TU Ilmenau
- [9] Bürli, R.; Friebe, P. (2008): Distribution: Grundlagen mit zahlreichen Beispielen, Repetitionsfragen mit Lösungen und Glossar, Compendio Bildungsmedien AG
- [10] Bundeszentrale für politische Bildung: [Online im Internet], [http://www.bpb.de/wissen/7Z70OX,0,0,juristische\\_Person.html](http://www.bpb.de/wissen/7Z70OX,0,0,juristische_Person.html), Abfrage v. 23.07.2010
- [11] b-wise GmbH: Business Wissen Information Service, Produkthaftung: Pflichten des Herstellers zur Produktsicherheit, [Online im Internet], <http://www.business-wissen.de/handbuch/produkthaftung/>, v. 01.04.2010, Abfrage v. 22.07.2010
- [12] Canto Ing. GmbH: [Online im Internet], <http://www.prototypen.de/LaserCUSING-R-Prototypenwerkz.142.0.html>, Abfrage v. 23.07.2010

- 
- [13] Cevolini, F.: Rapid Manufacturing with carbon reinforced Plastics, [Online im Internet], [http://www.rm-platform.com/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=420&Itemid=1](http://www.rm-platform.com/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=420&Itemid=1), Abstract, S. 1-2, Abfrage v. 23.07.2010
- [14] Fortus 3D Production Systems (2009): [Online im Internet] <http://www.fortus.com/Fortus400mc.aspx>, Abfrage v. 22.07.2010
- [15] Gebhardt, A. (2007): Generative Fertigungsverfahren, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, München
- [16] Gebhardt, A. (2008): Innovationsforum "Rapid Prototyping", [Online im Internet], [http://www.rp-netzwerk.de/inhalt/inhalt\\_dateien/vortraege/2\\_gebhardt\\_fh\\_aachen.pdf](http://www.rp-netzwerk.de/inhalt/inhalt_dateien/vortraege/2_gebhardt_fh_aachen.pdf), Abfrage v. 22.07.2010
- [17] Gehlen, P. (2007): Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen, Siemens AG, Publicis Corporate Publishing, Erlangen
- [18] Gertz, S. (2007): Darstellung und Vergleich der Technologien Strichcode und RFID für den Einsatz im elektronischen Bargeldmanagementsystem der deutschen Bundesbank, GRIN Verlag
- [19] Grzesiak, A. (2010): Rapid Manufacturing Plattform Deutschland, Vortrag auf der Messe RapidTech 2010, Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung
- [20] GS1 Germany GmbH: [Online im Internet], [http://www.gs1-germany.de/wir/index\\_ger.html](http://www.gs1-germany.de/wir/index_ger.html), Abfrage v. 23.07.2010
- [21] Hoerdler Rapid Engineering GmbH: [Online im Internet], <http://www.hoerdler.de/selektives-lasersintern/selektives-lasersintern.htm>, Abfrage v. 22.07.2010
- [22] Horn Systemhaus GmbH: [Online im Internet], [http://3ddrucker.net/download/ZPrinter\\_Whitepaper.pdf?870998f3da9be446f0bfe027116ed88b=0d29df7c17dcbbd3ee0107d2ef18ae4e](http://3ddrucker.net/download/ZPrinter_Whitepaper.pdf?870998f3da9be446f0bfe027116ed88b=0d29df7c17dcbbd3ee0107d2ef18ae4e), Abfrage v. 22.07.2010
- [23] IDG Magazine Media GmbH: [Online im Internet], <http://www.channelpartner.de/index.cfm?pid=148&pk=601267>, v. 15.03.1996, Abfrage v. 23.07.2010
- [24] Initiative Teilnehmermanagement: [Online im Internet], [http://www.initiative-teilnehmermanagement.de/fileadmin/PDF/Vergleich\\_Barcode\\_RFID.pdf](http://www.initiative-teilnehmermanagement.de/fileadmin/PDF/Vergleich_Barcode_RFID.pdf), v. 23.03.2009, Abfrage v. 23.07.2010
- [25] Kern, C. (2006): Anwendung von RFID-Systemen, Springer Verlag

- [26] Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN): [Online im Internet], [http://www.kan.de/uploads/tx\\_kekandocs/X\\_Umfassende\\_Qualitaetssicherung.pdf](http://www.kan.de/uploads/tx_kekandocs/X_Umfassende_Qualitaetssicherung.pdf), Abfrage v. 22.07.2010
- [27] Krey, V.; Kapoor, A. (2009): Praxisleitfaden Produktsicherheitsrecht, Carl Hanser Verlag München Wien
- [28] Lampe, M.; Flörkemeier, C.: Einführung in die RFID-Technologie, Institut für Pervasive Computing, ETH Zürich
- [29] Lenk, B. (2000): Handbuch der automatischen Identifikation, Band 1, Monika Lenk Fachbuchverlag
- [30] Lenk, B. (2002): 2D-Codes – Handbuch der automatischen Identifikation, Band 2, Monika Lenk Fachbuchverlag
- [31] Lenk, B.: Optische Identifikation oder RF-Identifikation?, in: e & i Elektrotechnik und Informationstechnik; Volume 122, Nr. 6; Springer Wien 2005
- [32] Markator Manfred Borries GmbH: [Online im Internet], [http://www.markator.de/Produkte/Datamatrix/funktionsweise/datamatrix\\_funktion.html](http://www.markator.de/Produkte/Datamatrix/funktionsweise/datamatrix_funktion.html), Abfrage v. 23.07.2010
- [34] MBT Mechtersheimer GbR; Ostermann, H.-J.: [Online im Internet], [www.maschinenrichtlinie.de](http://www.maschinenrichtlinie.de), Abfrage v. 22.07.2010
- [35] Meixlsperger, M. (2010): Qualitätssichernde In-Prozessprotokollierung im Strahlschmelzverfahren, Vortrag auf der RapidTech 2010, BMW Group
- [36] Melski, A.; Schumann, M. (2008): Von Rohdaten zu entscheidungsrelevanten Informationen – Datenaufbereitung und –auswertung in RFID-gestützten Supply Chains, [Online im Internet], <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings123/gi-proc-123-011.pdf>, Abfrage v. 23.07.2010
- [37] Melzer-Ridinger, R. (2007): Supply Chain Management, Oldenbourg Wissenschaftsverlag
- [38] Moritz, K.: [Online im Internet], <http://bgb.jura.uni-hamburg.de/einwand/haftungsausschl.htm>, v. 2002, Abfrage v. 23.07.2010
- [39] Müller, H. (2002): Rapid Prototyping Verfahren, Eigenschaften, Anwendung und Verbreitung, Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft an der Universität Bremen, [Online im Internet], [http://www.ppc.biba.uni-bremen.de/projects/rp/Download/Eignung\\_RPV.pdf](http://www.ppc.biba.uni-bremen.de/projects/rp/Download/Eignung_RPV.pdf), Abfrage v. 22.07.2010
- [40] Ostermann B.: Übergang Alte / Neue Maschinenrichtlinie (98/37/EG - 2006/42/EG), in: Technische Überwachung, Juni 2008

- [41] Prüfinstitut Hansecontrol GmbH: [Online im Internet], [http://www.hansecontrol.de/fileadmin/hansecontrol/downloads/Gesetze\\_Verordnungen/Geraete-\\_und\\_Produksicherheitsgesetz\\_GPSG/Maschinenrichtlinie\\_Erlaeuterung.pdf](http://www.hansecontrol.de/fileadmin/hansecontrol/downloads/Gesetze_Verordnungen/Geraete-_und_Produksicherheitsgesetz_GPSG/Maschinenrichtlinie_Erlaeuterung.pdf), Abfrage v. 22.07.2010
- [42] Rapp, U.: [Online im Internet], <http://www.ulrich-rapp.de/stoff/fertigung/rapidpro.htm>, v. 17.05.2009, Abfrage v. 23.07.2010
- [43] RepRapWiki: [Online im Internet], [www.reprap.org](http://www.reprap.org), v. 16.04.2010, Abfrage v. 23.07.2010
- [44] RFID Basis – Das RFID Informationsportal: [Online im Internet], <http://www.rfid-basis.de/rfid-anwendungen.html>, Abfrage v. 23.07.2010
- [45] Schneider, P.: Service-orientierte Integration von ERP-Systemen, Robotern und Sensoren, AmbiSense Workshop, Universität Stuttgart, [Online im Internet], [http://www.ambisense.uni-tuebingen.de/fileadmin/ambisense/documents/workshop2009/06\\_schneider\\_erp.pdf](http://www.ambisense.uni-tuebingen.de/fileadmin/ambisense/documents/workshop2009/06_schneider_erp.pdf), v. 18.09.2009, Abfrage v. 23.07.2010
- [46] Schonscheck, O. (2008): [Online im Internet], <http://www.sifatipp.de/fachwissen/fachartikel/die-neue-maschinenrichtlinie-2013-was-zur-risikobeurteilung-gehört/>, v. 23.07.2008, Abfrage v. 22.07.2010
- [47] Schonscheck O., (2008): [Online im Internet], <http://www.sifatipp.de/fachwissen/fachartikel/neue-maschinenrichtlinie-2013-was-sie-für-sicherheit-und-gesundheit-bringt/>, v. 04.08.2008, Abfrage v. 22.07.2010
- [48] Toyota Motorsport GmbH: [Online im Internet], <http://www.toyota-motorsport.com/services/manufacturing/rapid-manufacturing.html>, Abfrage v. 23.07.2010
- [49] Tricon RFID: [Online im Internet], [http://www.rio-ooe.at/files/Praesentation\\_Windischbauer.pdf](http://www.rio-ooe.at/files/Praesentation_Windischbauer.pdf), Abfrage v. 23.07.2010
- [50] Universität Paderborn: [Online im Internet], <http://www.uni-paderborn.de/mitteilung/57652/>, Pressemitteilung v. 13.05.2009, Abfrage v. 22.07.2010
- [51] Von Bose, H.: [Online im Internet], <http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=20563>, Abfrage v. 23.07.2010
- [52] Wegner-Hambloch, S. (2004): Rückverfolgbarkeit in der Praxis, Behr's Verlag
- [53] Zäh, M. F. (2006): Wirtschaftliche Fertigung mit Rapid-Technologien, Carl Hanser Verlag München Wien

## Thesen

- (1) Die Potentiale, die in den Rapid-Technologien stecken, werden derzeit noch bei weitem nicht ausgeschöpft.
- (2) In Zukunft werden generative Herstellungsverfahren eine gleichwertige Alternative zu den klassischen Fertigungsverfahren darstellen, die zur Erzeugung individualisierter Endprodukte eingesetzt werden.
- (3) Die Bedürfnisse des Marktes werden sich zukünftig stärker zu individualisierten, auf den Kunden zugeschnittenen Produkten hin bewegen.
- (4) Öffentliche Fertigungszentren werden Nutzern zukünftig die Möglichkeit bieten, Produkte für den Eigengebrauch oder den Weiterverkauf, mittels Rapid Manufacturing-Maschinen, herzustellen.
- (5) Die Produkthaftung für in Verkehr gebrachte Produkte ist derzeit noch unzureichend auf die zukünftigen Anforderungen vorbereitet, die sich durch den Einsatz des Rapid Manufacturings ergeben.
- (6) Hersteller werden Kunden in Zukunft Datenmodelle zur Verfügung stellen, auf Grundlage derer sich die Kunden das Produkt selbst fertigen können.
- (7) Stellt eine Privatperson ein Produkt auf Basis eines selbst erstellten Datenmodells her und gibt dieses an Dritte weiter, so wird er mit den Inverkehrbringungspflichten eines Herstellers ausgestattet.
- (8) Der Rückverfolgbarkeit von Produkten, im Englischen als Traceability beschrieben, kommt eine wachsende Bedeutung in der Industrie zu.
- (9) Die beiden geeignetsten Verfahren zur Kennzeichnung von Rapid Manufacturing-Produkten sind die Optische Kennzeichnung, bspw. durch Strichcodes, oder elektromagnetische Wellen zu Identifikationszwecken (RFID).

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Verwendung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Werken wörtlich oder sinngemäß übernommenen Gedanken sind unter Angabe der Quellen gekennzeichnet.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer oder anderer Prüfungen noch nicht vorgelegt worden.

Ilmenau, den 09.08.2010